

**IMPLEMENTASI *FUZZY INFERENCE SYSTEM* (FIS) PADA  
METODE *TSUKAMOTO* DALAM PERAMALAN PRODUKSI  
ROTI (STUDI KASUS: *HARUM BAKERY*)**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Meriza Nadhira Atika Surya

NIM: 145150207111094



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018

## PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI *FUZZY INFERENCE SYSTEM* (FIS) PADA METODE *TSUKAMOTO* DALAM PERAMALAN PRODUKSI ROTI (STUDI KASUS: HARUM BAKERY)

#### SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :


Meriza Nadhira Atika Surya

NIM: 145150207111094

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
3 Agustus 2018


Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Nurul Hidayat S.Pd, M.Sc  
NIP: 19680430 200212 1 001

Dosen Pembimbing II



Bayu Rahayudi S.T, M.T  
NIP: 19740712 200604 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP: 19710518 200312 1 001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 20 Juli 2018

Meriza Nadhira Atika Surya

NIM: 145150207111094



## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan skripsi ini, telah banyak bimbingan dan bantuan yang didapat dari segi moral maupun segi material oleh banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menghaturkan banyak rasa terima kasih kepada:

1. Nurul Hidayat S.Pd, M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah bijaksana dan sabar dalam membimbing dan menyalurkan ilmu serta semua waktu yang telah diberikan selama proses pengerjaan skripsi.
2. Bayu Rahayudi S.T, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah bijaksana dan sabar dalam membimbing dan menyalurkan ilmu serta semua waktu yang telah diberikan selama proses pengerjaan skripsi.
3. Heru Nurwasito, Ir., M.Kom selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat, bimbingan dan dukungan selama penulis menuntut ilmu di Fakultas Ilmu Komputer.
4. Dr. Eng. Fitri Utaminingrum, ST., MT. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat, bimbingan dan dukungan selama penulis menuntut ilmu di Fakultas Ilmu Komputer.
5. Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
6. Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
7. Candra Dewi, S.Kom, M.Sc yang telah bijaksana dan sabar dalam memberikan bimbingan dan saran.
8. Ayahanda Didik Surjaprasetya, Ibunda Maynurhayati Banjarsanti, adik-adik M. Fathan Firdaus dan M. Taufiqul Hafidz, dan seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta yang senantiasa tiada henti-hentinya memberikan doa dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.
9. Cusen Mosabeth yang sudah saya anggap sebagai pembimbing 3 saya sendiri selama masa pengerjaan skripsi saya.
10. Yulia Kurniawati yang sudah saya anggap sebagai pembimbing 4 saya sendiri selama masa pengerjaan skripsi saya.
11. Seluruh staf dan karyawan Harum *Bakery*.
12. Fian, Abi, Mas Agatha dan Rizal atas bantuannya selama pengerjaan *coding* saya.
13. Budhe Sri Suharni atas motivasi, nasihat, doa dan dukungan hingga pengerjaan skripsi ini selesai.
14. Yoga Rachmad atas motivasi, nasihat, doa dan dukungan hingga pengerjaan skripsi ini selesai.
15. Mas Hakim yang telah banyak sekali membantu saya sejak awal penulisan skripsi hingga pengerjaan skripsi tuntas.
16. Aldridge Brennan yang telah banyak memberi saya dukungan moral, semangat dan doa.

17. Sahabat-sahabat saya yaitu Indri, Febi dan Mbak Aniy atas semangat, doa dan dorongannya.
18. Teman-teman angkatan 2014 yang terlalu banyak bila disebutkan, terima kasih atas dukungan semuanya.
19. Seluruh staf akademik dan karyawan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah ada bersama dengan saya selama masa studi.

Semoga segala bentuk dari pertolongan juga kebaikan oleh semua pihak yang terlibat mendapat berkah dan balasan dari Allah Swt. Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran akan sangat diperlukan untuk perbaikan mutu penulisan skripsi selanjutnya. Akhir kata dari penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 20 Juli 2018

Penulis  
merizanadhira@gmail.com



## ABSTRAK

**Meriza Nadhira Atika Surya, Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada Metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: *Harum Bakery*)**

**Dosen Pembimbing: Nurul Hidayat S.Pd, M.Sc dan Bayu Rahayudi S.T, M.T**

Pada saat ini, roti sudah menjadi tren makanan yang banyak digemari oleh masyarakat. Tidak hanya penduduk luar negeri, tetapi masyarakat Indonesia sudah banyak yang menggemari roti. *Harum Bakery* merupakan sebuah toko roti yang berlokasi di daerah Kabupaten Malang, di Jalan Raya Sengkaling No 217. Permasalahan yang masih menjadi keluhan adalah perusahaan *Harum Bakery* masih mengalami kesulitan dalam meramalkan produksi roti oleh *Harum Bakery*, dikarenakan metode yang digunakan masih bersifat konvensional karena perhitungan yang digunakan masih sebatas perkiraan sendiri sehingga roti yang diproduksi terkadang jumlahnya mengalami kelebihan atau kekurangan.

Pada penelitian kali ini, penulis menggunakan salah satu metode sistem pendukung keputusan (SPK) yaitu metode *Fuzzy Inference System* (FIS) *Tsukamoto*. Metode ini cocok untuk digunakan pada kasus peramalan suatu produksi yang dapat menghasilkan hasil yang cukup akurat. Dari sistem dengan FIS pada metode *Tsukamoto* ini diharapkan dapat membantu perusahaan sehingga dapat meminimalisir kerugian dan mengoptimalkan keuntungan yang didapat.

Hasil yang diperoleh dari implementasi *Fuzzy Inference System* pada metode *Tsukamoto* dengan metode evaluasi RMSE yaitu paling baik menggunakan peramalan dengan 20 data latih melalui 10 kali percobaan pada roti manis dan roti *cake*. Untuk roti manis, nilai RMSE yang diperoleh adalah 69,4017291, dan untuk roti *cake* yaitu 8,77496439. Kemudian, peramalan dengan 60 data latih memperoleh hasil terbaik untuk roti tawar yaitu sebesar 3,47850543.

Kata kunci: Peramalan produksi roti, *Fuzzy Inference System* *Tsukamoto*, *Harum Bakery*.



## ABSTRACT

**Meriza Nadhira Atika Surya, Implementation of *Fuzzy Inference System (FIS)* on Tsukamoto in Bread Production Forecasting (Case Study: Harum Bakery).**

**Supervisors: Nurul Hidayat S.Pd, M.Sc dan Bayu Rahayudi S.T, M.T**

At this time, bread has become a trend of food that much-loved by the community. Not only residents abroad, but the people of Indonesia have a lot of bread. Harum Bakery is a Bakery located in Malang Regency, on Jalan Raya Sengkaling No 217. The problem that is still a complaint is Harum Bakery company still has difficulty in predicting bread production by Harum Bakery, because the method used is still conventional because the calculation used still limited to their own estimates so that the bread produced sometimes the amount of excess or lack.

In this research, the writer uses one method of decision support system (SPK) that is method of Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto. This method is suitable for use in the case of predictions of a production that can produce fairly accurate results. From the system with FIS on Tsukamoto method is expected to help the company so as to minimize losses and optimize the benefits gained.

The results obtained from the implementation of Fuzzy Inference System on Tsukamoto method with RMSE evaluation method is best to use forecasting with 20 training data through 10 times experiment on sweet bread and bread cake. For sweet bread, the value of RMSE obtained is 69,4017291, and for bread cake is 8,77496439. Then, forecasting with 60 training data obtained the best results for fresh bread that is equal to 3.47850543.

**Keywords:** Forecasting of bread production, *Fuzzy Inference System* Tsukamoto, Harum Bakery.

## DAFTAR ISI

PENGESAHAN .....	2
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	3
KATA PENGANTAR.....	4
ABSTRAK.....	6
ABSTRACT .....	7
DAFTAR ISI .....	8
DAFTAR TABEL.....	11
DAFTAR GAMBAR.....	12
DAFTAR LAMPIRAN .....	13
BAB 1 PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang.....	14
1.2 Rumusan Masalah.....	15
1.3 Tujuan .....	15
1.4 Manfaat.....	15
1.5 Batasan Masalah.....	16
1.6 Sistematika Pembahasan.....	16
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN .....	18
2.1 Kajian Pustaka .....	18
2.2 Dasar Teori.....	19
2.2.1 Toko Roti ( <i>Bakery</i> ).....	19
2.2.2 Roti di Harum <i>Bakery</i> .....	20
2.2.3 Peramalan .....	20
2.2.4 Sistem Pendukung Keputusan (SPK) .....	21
2.2.5 Fungsi Keanggotaan .....	22
2.2.6 <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS).....	23
2.2.7 Metode Tsukamoto.....	24
2.2.8 Metode RMSE (Root Mean Squared Error).....	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	27
3.1 Studi Literatur .....	27
3.2 Pengumpulan Data .....	28
3.3 Analisis Kebutuhan .....	28



3.4 Perancangan Sistem.....	29
3.5 Implementasi Sistem .....	29
3.6 Pengujian Sistem.....	29
3.7 Penarikan Kesimpulan .....	30
BAB 4 PERANCANGAN.....	31
4.1 Analisis Kebutuhan Fungsional .....	31
4.2 Perancangan <i>Flowchart</i> Proses Perhitungan Sistem .....	31
4.2.1 <i>Flowchart Fuzzy Inference System</i> Tsukamoto.....	31
4.2.2 <i>Flowchart Fuzzyfikasi</i> .....	32
4.2.3 <i>Flowchart Inferensi</i> .....	33
4.2.4 <i>Flowchart Defuzzyfikasi</i> .....	35
4.3 Perancangan <i>Fuzzy Inference System</i> .....	36
4.3.1 Penentuan Kriteria atau Variabel.....	37
4.3.2 Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	38
4.3.3 Penentuan Aturan ( <i>Rule</i> ).....	38
4.3.4 Penentuan Fungsi Derajat Keanggotaan.....	39
4.3.5 Perhitungan <i>Fuzzyfikasi</i> .....	44
4.3.6 Perhitungan Inferensi .....	46
4.3.7 Perhitungan <i>Defuzzyfikasi</i> .....	49
4.4 Perancangan <i>Interface</i> .....	49
4.5 Perancangan Pengujian .....	51
4.5.1 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 20 Data Latih	51
4.5.2 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 40 Data Latih	52
4.5.3 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 60 Data Latih	53
BAB 5 IMPLEMENTASI .....	54
5.1 Lingkungan Implementasi.....	54
5.1.1 Lingkungan Perangkat Keras .....	54
5.1.2 Lingkungan Perangkat Lunak .....	54
5.2 Implementasi Perangkat Lunak .....	54
5.2.1 Implementasi Program.....	54
5.2.2 Implementasi Antarmuka ( <i>Interface</i> ).....	59
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA .....	64

6.1 Hasil Uji Coba dan Analisis Sistem .....	64
6.2 Analisis Hasil Pengujian.....	66
BAB 7 PENUTUP .....	68
7.1 Kesimpulan.....	68
7.2 Saran .....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN A DATA LATIH.....	70
A.1 Bulan November 2017 .....	70
A.2 Bulan Desember 2017 .....	71
A.3 Bulan Januari 2018 .....	72



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Sebelumnya .....	18
Tabel 4.1 Tabel Kebutuhan Fungsional Sistem .....	31
Tabel 4.2 Tabel Data Sampel Pakar .....	37
Tabel 4.3 Tabel Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	38
Tabel 4.4 Aturan Model FIS Tsukamoto dalam Peramalan Produksi Roti .....	39
Tabel 4.5 Data Penjualan dan Persediaan Roti Selama Tiga Bulan.....	44
Tabel 4.6 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 20 Data Latih.....	51
Tabel 4.7 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 40 Data Latih.....	52
Tabel 4.8 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 60 Data Latih.....	53
Tabel 6.1 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 20 Data Latih.....	64
Tabel 6.2 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 40 Data Latih.....	65
Tabel 6.3 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 60 Data Latih.....	65
Kode Program 5.1 Kode program Proses <i>Fuzzyfikasi</i> .....	54
Kode Program 5.2 Source Code Proses Inferensi.....	56
Kode Program 5.3 Source Code Proses <i>Defuzzyfikasi</i> .....	58
Kode Program 5.4 Source Code Tampilan FIS Tsukamoto .....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Bentuk Segitiga .....	23
Gambar 2.2 Kurva Bentuk Bahu .....	23
Gambar 2.3 Mapping input dan output .....	24
Gambar 2.4 Batas Fungsi Keanggotaan .....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	27
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem .....	29
Gambar 4.1 <i>Flowchart Fuzzy Inference Tsukamoto</i> .....	32
Gambar 4.2 <i>Flowchart Fuzzyfikasi</i> .....	33
Gambar 4.3 <i>Flowchart Proses Inferensi</i> .....	35
Gambar 4.4 <i>Flowchart Defuzzyfikasi</i> .....	36
Gambar 4.5 Derajat Keanggotaan Penjualan Roti Manis .....	39
Gambar 4.6 Derajat Keanggotaan Persediaan Roti Manis .....	40
Gambar 4.7 Derajat Keanggotaan Produksi Roti Manis .....	40
Gambar 4.8 Derajat Keanggotaan Penjualan Roti Cake .....	41
Gambar 4.9 Derajat Keanggotaan Persediaan Roti Cake .....	41
Gambar 4.10 Derajat Keanggotaan Produksi Roti Cake .....	42
Gambar 4.11 Derajat Keanggotaan Penjualan Roti Tawar .....	43
Gambar 4.12 Derajat Keanggotaan Persediaan Roti Tawar .....	43
Gambar 4.13 Derajat Keanggotaan Produksi Roti Tawar .....	44
Gambar 4.14 Halaman Masukan Nilai Penjualan Roti untuk Setiap Jenis .....	50
Gambar 4.15 Halaman Masukan Nilai Persediaan Roti untuk setiap Jenis .....	50
Gambar 4.16 Halaman Hasil Produksi untuk Setiap Jenis Roti .....	51
Gambar 5.1 Tampilan Halaman Home .....	59
Gambar 5.2 Tampilan Halaman Input Data Penjualan dan Persediaan .....	60
Gambar 5.3 Tampilan Halaman Input Data Penjualan dan Persediaan .....	60
Gambar 5.4 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (1) .....	61
Gambar 5.5 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (2) .....	61
Gambar 5.6 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (3) .....	62
Gambar 5.7 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (4) .....	62
Gambar 5.8 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (5) .....	63

# DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA LATIH..... 70

A.1 Bulan November 2017 ..... 70

A.2 Bulan Desember 2017..... 71

A.3 Bulan Januari 2018..... 72



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada zaman yang modern seperti saat ini, teknologi sudah semakin berkembang begitu juga dengan ilmu komputer. Mengingat perkembangan teknologi dan ilmu komputer di era ini, tidak heran jika kita menemui sudah banyak permasalahan yang dapat terselesaikan. Ilmu komputer pada saat ini banyak dibutuhkan untuk permasalahan klasifikasi, klustering, peramalan, perancangan sistem, jaringan dan masih banyak lagi serta pada bidang ekonomi, politik, pendidikan, kesehatan, dan masih banyak bidang lainnya.

Pada saat ini, roti sudah menjadi tren makanan yang banyak digemari oleh masyarakat. Tidak hanya penduduk luar negeri, tetapi masyarakat Indonesia sudah banyak yang menggemari roti. Selain harganya yang terjangkau, roti dapat ditemui di mana saja dan sudah beragam macamnya sehingga tidak membosankan bagi konsumennya. Selain itu, roti juga dapat menjadi pengganti makanan berat seperti sarapan dan juga beberapa masyarakat yang lebih mengonsumsi roti sebagai makanan sehari-hari dibandingkan dengan makanan berat lainnya.

Harum Bakery merupakan sebuah toko roti yang berlokasi di daerah Kabupaten Malang, di Jalan Raya Sengkaling No 217. Permasalahan yang masih menjadi keluhan adalah perusahaan Harum Bakery masih mengalami kesulitan dalam memperamalan penjualan konsumen terhadap produksi roti oleh Harum Bakery, dikarenakan metode yang digunakan masih bersifat konvensional karena perhitungan yang digunakan masih sebatas perkiraan sendiri sehingga roti yang diproduksi terkadang jumlahnya mengalami kelebihan atau kekurangan. Semakin besar penjualan oleh konsumen, maka pihak dari perusahaan harus menyediakan stok bahan yang lebih atau malah sebaliknya. Maka dari itu, butuh dilakukan suatu sistem dengan data sebelumnya sebagai acuan agar dapat menentukan peramalan produksi roti.

Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* yang diteliti oleh Novi Apriyanti dan Huzainsyahnoor Aksad, yaitu mengenai produksi roti. Didapatkan hasil yaitu berdasarkan uji beda produksi dan pengelompokannya secara manual (*pretest*), dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi yang diperoleh sebesar 66,67% dengan 18 data latih berdasarkan penjualan roti di bulan April 2012 (Apriyanti & Aksad, 2013).

Pada penelitian lain dengan *Fuzzy Inference System* Tsukamoto dan *Particle Swarm Optimization* oleh Nur Intan Savitri Bromastuty, yaitu mengenai penentuan jumlah produksi gula. Didapatkan hasil yaitu nilai fitness paling tinggi pada iterasi ke-600 yaitu 0,001782 dan pada jumlah partikel ke-60 yaitu 0,001652. Kemudian, nilai fitness paling rendah ditemukan pada iterasi ke-700 yaitu 0,001519 dan pada jumlah partikel ke-100 yaitu 0,001456 (Bromastuty, 2018).



Pada penelitian lain yang ditulis oleh Ida Wahyuni, Wayan Firdaus Mahmudy dan Atiek Iriany mengenai peramalan curah hujan musimana di Tengger, Jawa Timur, didapatkan hasil yaitu Tsukamoto FIS dapat digunakan untuk meramalkan curah hujan musiman di Tengger. Selain itu, nilai RMSE terbesar yang diperoleh adalah 9,64, dan RMSE terkecil adalah 8,64 (Wahyuni, et al., 2016).

Pada penelitian kali ini, penulis menggunakan salah satu metode sistem pendukung keputusan (SPK) yaitu metode Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto. Metode ini cocok untuk digunakan pada kasus peramalan suatu produksi yang dapat menghasilkan hasil yang cukup akurat dan menggunakan nilai tegas (*crisp*) dari inferensi berdasarkan basis pengetahuan (*rule*) yang didapatkan, serta menggunakan penalaran yang monoton.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka penulis membuat sebuah penelitian dengan judul “Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: Harum *Bakery*)” diharapkan dapat membantu perusahaan sehingga dapat meminimalisir kerugian dan mengoptimalkan keuntungan yang didapat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka dirumuskan permasalahan yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam peramalan produksi roti di Harum *Bakery*.
2. Bagaimana hasil pengujian evaluasi dengan RMSE pada implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti di Harum *Bakery*.

## 1.3 Tujuan

Tujuan penulis pada penelitian ini adalah:

1. Menerapkan *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti di Harum *Bakery*.
2. Melakukan pengujian evaluasi dengan menggunakan RMSE pada implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti di Harum *Bakery*.

## 1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

Dengan adanya aplikasi ini diharapkan Harum *Bakery* dapat meramalkan produksi penjualan roti sehari-harinya. Sehingga, perusahaan dapat memangkas kerugian dan mengoptimalkan keuntungannya.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk menghindari pembahasan penelitian yang terlalu luas, yaitu sebagai berikut:

1. Ada tiga jenis roti yang digunakan oleh peneliti, yaitu roti manis, roti tawar, dan roti *cake*.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjualan roti per hari pada perusahaan Harum *Bakery* dalam kurun waktu 3 bulan terakhir. Mulai dari bulan November 2017 hingga Januari 2018, yang kemudian terkumpul sebanyak 92 data penjualan roti manis, 92 data roti tawar, 92 data roti *cake*.
3. Produksi roti minimal 3 kilogram untuk roti manis, 3 kilogram untuk roti tawar, dan 3 liter untuk roti *cake*. Dan untuk setiap 1 kilogram roti manis dapat menghasilkan 46 buah roti manis, 1 kilogram roti tawar dapat menghasilkan 4 buah roti tawar, dan 1 liter roti *cake* dapat menghasilkan 7 buah roti *cake*.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### BAB I Pendahuluan

Berisi tentang uraian umum yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat bagi peneliti dan perusahaan, dan metodologi penulisan laporan penelitian ini.

### BAB II Landasan Kepustakaan

Membahas tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian serta kajian pustaka yang mendukung metode yang digunakan demi terwujudnya Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: Harum *Bakery*).

### BAB III Metodologi Penelitian

Membahas tentang metode-metode yang digunakan dalam penelitian Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: Harum *Bakery*).

### BAB IV Perancangan

Membahas tentang analisa dari Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: Harum *Bakery*) serta merancang aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan tersebut.

### BAB V Implementasi

Membahas tentang hasil rancangan dari analisis kebutuhan serta implementasi dari rancangan tersebut pada Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: Harum *Bakery*).

### BAB VI Pengujian dan Analisa

Memaparkan tentang proses dan pengujian sistem dari Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: *Harum Bakery*).

#### **BAB VII Penutup**

Memaparkan kesimpulan dari penelitian Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: *Harum Bakery*) yang telah diselesaikan, serta saran dari penulis untuk pengembang yang ingin mengembangkan penelitian ini lebih lanjut.



## BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini berisi tentang kajian pustaka yang berupa referensi-referensi penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini, serta berisi tentang penjelasan konsep dasar teori yang digunakan penulis pada penelitian ini. Konsep dasar teori yang penulis pakai adalah *Fuzzy Inference System (FIS)* pada metode *Tsukamoto*.

### 2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini membahas tentang sumber-sumber referensi yang relevan yaitu mengenai peramalan dengan objek dan topik yang berbeda dan dengan metode yang sama. Penulis menggunakan beberapa penelitian sebelumnya yang dibuat sebagai referensi atau rujukan dalam penunjang penulisan penelitian ini yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Tabel Penelitian Sebelumnya**

No.	Judul Penelitian	Nama Penulis	Inputan	Metode	Hasil
1	Penerapan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> dalam Perencanaan Produksi Roti	(Apriyanti & Aksad, 2013)	- Data sisa dan kekurangan bahan baku	<i>Fuzzy Mamdani</i>	Hasil yaitu berdasarkan uji beda produksi dan pengelompokannya secara manual ( <i>pretest</i> ), dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi yang diperoleh sebesar 66,67% dengan 18 data latih berdasarkan penjualan roti di bulan April 2012.
2	Optimasi Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy Inference System</i> Tsukamotode ngan Particle	(Bromastuty, 2018)	- Data jumlah tebu, tingkat rendemen, tenaga kerja,	<i>Fuzzy Inference System Tsukamoto, Particle Swarm</i>	Nilai fitness paling tinggi pada iterasi ke-600 yaitu 0,001782 dan pada jumlah partikel ke-60 yaitu 0,001652.

	Swarm Optimization pada Penentuan Jumlah Produksi Gula(Studi Kasus : Pabrik Gula Kebonagung Malang)		kinerja mesin	Optimization	Kemudian, nilai fitness paling rendah ditemukan pada iterasi ke-700 yaitu 0,001519 dan pada jumlah partikel ke-100 yaitu 0,001456.
3.	Rainfall Prediction in Tengger Region Indonesia using Tsukamoto Fuzzy Inference System	(Wahyuni, et al., 2016)	- Data curah hujan di daerah Tutar, Tengger, Jawa Timur.	Fuzzy Inference System Tsukamoto	Metode Tsukamoto FIS dapat digunakan untuk meramalkan curah hujan musiman di Tengger, Jawa Timur. Selain itu, nilai RMSE terbesar adalah 9,64, dan RMSE terkecil adalah 8,64.

## 2.2 Dasar Teori

Dasar teori yang digunakan untuk menunjang penelitian skripsi ini adalah mengenai konsep dasar *Bakery*, konsep dasar peramalan, konsep dasar Sistem Pendukung Keputusan (SPK), dan konsep dasar *Fuzzy Inference System* (FIS) metode *Tsukamoto*

### 2.2.1 Toko Roti (*Bakery*)

Kata Toko Roti dalam bahasa Inggris dikenal dengan sebutan *Bakery*. Ada beberapa jenis roti yang biasa dijual pada sebuah perusahaan *Bakery*, yaitu roti manis, roti tawar, dan roti *cake*. *Bakery* dapat dibagi menjadi beberapa produk makanan yang akan dijual (Purba, 2010), yaitu:

- *Bakery* Tradisional, yaitu salah satu *Bakery* yang memproduksi atau menjual roti-roti maupun kue tradisional yang sudah dikenal sebagai roti atau kue khas Indonesia.
- *Bakery Pastry*, *Bakery* model ini biasanya terdapat di tempat tempat mewah seperti hotel, karena *Bakery* ini menjual atau memproduksi roti internasional,

seperti *French Bread*, *Dinner* atau *Breakfast Roll*, *Ciabatta*, dan masih banyak lagi lainnya.

- *Bakery Individual*, adalah sebuah *Bakery* yang pemodal awal berasal dari suatu individu bukan hasil dari kerjasama dari orang lain. Biasanya, *Bakery* individu ini hanya mengambil modal dari individu tersebut sendirian atau keluarga, dan tidak mengikuti standar tertentu. Contoh *Bakery* yang termasuk dalam *Bakery* individual, yaitu *Citra Bakery*, *Harum Bakery*, *Roti Boy* dan masih banyak lagi.
- *Franchise Bakery*, adalah sebuah *Bakery* yang memiliki aturan atau standar yang telah ditentukan oleh penanam modal. Pada *Bakery* ini, semua hal yang ada di dalamnya harus detail sesuai standar yang ada. Biasanya *Bakery* ini berasal dari luar negeri seperti *Bread Talk* (Taiwan) dan lain sebagainya.

Dari keempat penjelasan mengenai pembagian jenis *bakery* yang telah dijabarkan, maka dapat diketahui bahwa setiap jenis *bakery* memiliki jenis roti yang berbeda untuk dijual sesuai dengan tujuan *bakery* masing-masing. Selain itu, dapat diketahui pula ada *bakery* yang mengikuti standar, dan ada yang tidak.

### 2.2.2 Roti di Harum Bakery

Di toko roti Harum Bakery menjual berbagai macam roti dengan cita rasa yang manis dan menggugah selera. Toko roti ini menjual tiga jenis roti, yaitu roti manis, roti tawar dan roti *cake*. Untuk produksi setiap jenis roti, Harum Bakery minimal membuat 3 kilogram roti manis, 3 kilogram roti tawar dan 3 liter roti *cake*. Dan untuk jumlah roti yang dihasilkan, 1 kilogram roti manis dapat menghasilkan 46 buah roti manis, 1 kilogram roti tawar dapat menghasilkan 4 buah roti tawar, dan 1 liter roti *cake* dapat menghasilkan 7 buah roti *cake*. Untuk proses produksi roti, roti dibuat pada pagi hari sehingga pada siang dan sore hari tidak dilakukan proses pembuatan roti lagi dengan banyak roti yang dibuat yaitu 3 kilogram roti manis, 3 kilogram roti tawar dan 3 liter roti *cake* untuk setiap satu kali produksi. Roti yang diproduksi dapat bertahan selama 4 hari, sehingga kelebihan jumlah roti yang diproduksi kadang kali disumbangkan ke panti asuhan di kota Malang pada hari Senin atau hari Kamis selama beberapa kali yang tidak dipastikan dalam satu bulan dan disisakan minimal sebanyak 30 buah untuk roti manis, 20 buah untuk roti *cake*, dan 20 buah untuk roti tawar untuk dijual pada keesokan harinya.

### 2.2.3 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah ilmu yang digunakan untuk meramalkan kejadian pada masa depan. Hal tersebut dilakukan dengan melibatkan proses pengambilan dari data yang ada sebelumnya atau data di masa lalu dan menempatkan data tersebut pada masa yang akan datang dengan bentuk model yang sistematis (Heizer & Render, 2001). Menurut Rangkuti (2005), perencanaan kapasitas produksi yang fleksibel yaitu dengan perencanaan kapasitas produksi yang sesuai dengan seberapa besar kebutuhan permintaan. Jika kapasitas produksi yang direncanakan ukurannya terlalu besar sehingga dapat melebihi kebutuhan permintaan yang sebenarnya, maka perusahaan tersebut akan



mengalami kerugian yang cukup besar. Perencanaan kapasitas produksi yang baik harus sesuai dengan besarnya kebutuhan permintaan.

Data roti yang digunakan pada penelitian untuk peramalan produksi roti pada Harum Bakery yaitu data penjualan, persediaan dan produksi untuk jenis roti manis, roti *cake* dan roti tawar sebanyak 92 data dari data selama tiga bulan; yaitu dari bulan November 2017, Desember 2017 hingga Januari 2018.

#### 2.2.4 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sistem yang berbasis komputer, terdiri dari tiga komponen yang saling berinteraksi satu sama lain, sistem bahasa (mekanisme untuk memberikan komunikasi antara pengguna dan komponen pendukung keputusan yang lain), sistem pengetahuan repositori pengetahuan domain masalah yang terdapat dalam sistem pendukung keputusan atau sebagai data, atau sebagai prosedur), dan sistem pemrosesan masalah (hubungan antara dua komponen yang lain, terdiri dari satu atau lebih kapabilitas manipulasi masalah umum yang diperlukan dalam pengambilan keputusan) (Turban & Aronson, 2005)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) pada umumnya dibangun dengan tujuan mendukung solusi atas suatu masalah atau untuk suatu peluang. Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan menggunakan CBIS (*Computer Based Information System*) yang interaktif, fleksibel, dan dapat diadaptasi, yang dikembangkan untuk mendukung solusi atas masalah manajemen spesifik yang tidak terstruktur. (Nofriansyah, 2015)

Sistem Pendukung Keputusan mempunyai beberapa karakteristik, yaitu sebagai berikut:

1. Mendukung suatu proses pengambilan keputusan bagi suatu organisasi atau perusahaan
2. Terdapat *Interface* manusia/mesin, di mana manusia sebagai *user* tetap memegang kontrol pada proses pengambilan keputusan
3. Mendukung dalam pengambilan keputusan untuk membahas masalah yang terstruktur, semi terstruktur serta mendukung beberapa keputusan yang saling berinteraksi
4. Memiliki kapasitas dialog yang terintegrasi sedemikian rupa, sehingga dapat berfungsi sebagai kesatuan sistem
5. Memiliki dua komponen lama, yaitu data dan model

Karakteristik yang terdapat dari keputusan yaitu:

1. Memiliki banyak pilihan atau alternatif
2. Terdapat kendala atau surat
3. Mengikuti suatu pola, baik yang terstruktur maupun tidak terstruktur
4. Terdapat banyak *input* atau variabel

5. Ada faktor resiko. Dibutuhkan kecepatan, ketepatan dan keakuratan

Menurut Simon, terdapat tiga tahap dalam pengambilan keputusan, yaitu sebagai berikut:

### 1. *Intelligence*

Tahap ini merupakan suatu proses penelusuran dan pendeteksian dari luar ruang lingkup problematika secara proses pengenalan masalah. Pada tahap ini, data masukan diperoleh, diproses dan diuji pada identifikasi masalah.

### 2. *Design*

Pada tahap ini proses dapat menemukan, mengembangkan dan menganalisis alternatif dari tindakan yang bisa dilakukan. Tahap ini terdiri dari menguji kelayakan solusi.

### 3. *Choice*

Pada tahap ini, proses pemilihan dilakukan diantara berbagai alternatif tindakan yang mempunyai kemungkinan untuk dijalankan. Kemudian hasil pemilihan tersebut diimplementasikan dalam proses pengambilan keputusan. Tujuan dari Sistem Pendukung Keputusan yaitu:

1. Membantu dalam pengambilan masalah yang terstruktur
2. Memberi dukungan atas pertimbangan manajer, dan melainkan untuk menggantikan fungsi manajer
3. Meningkatkan efektifitas keputusan yang telah diambil lebih dari pada perbaikan efisiensinya
4. Kecepatan komputasi membuat seseorang banyak melakukan komputasi secara cepat dengan biaya minimum
5. Peningkatan produktivitas dalam membangun suatu kelompok pengambilan keputusan

## 2.2.5 Fungsi Keanggotaan

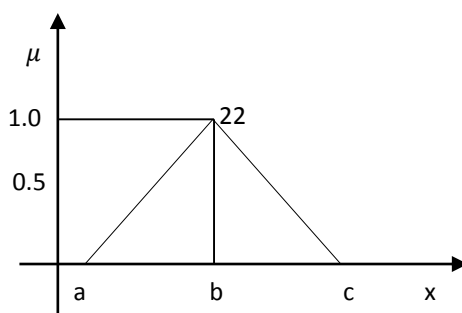
Fungsi keanggotaan (*membership functional*) adalah kurva yang menunjukkan pemetaan *input* data ke dalam nilai keanggotaan yang berada pada nilai 0 hingga 1.

### 1. Representasi kurva segitiga

Fungsi keanggotaan ini ditandai dengan adanya tiga paramater {a, b, c} yang berfungsi menentukan koordinat X dari ketiga sudut, ditunjukkan dengan Persamaan (1) berikut:

$$\text{Segitiga}(x; a, b, c) = \max \begin{bmatrix} \frac{x-a}{b-a} & \frac{c-x}{c-b} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Selain itu, representasi kurva segitiga dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1.



### Gambar 2.1 Kurva Bentuk Segitiga

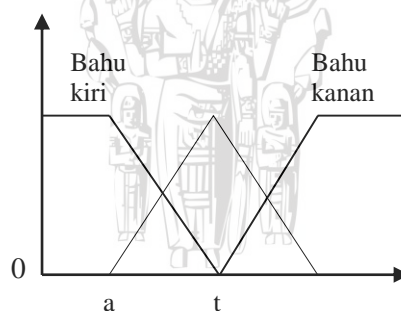
Sumber: (Maryaningsih, et al., 2013)

## 2. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Himpunan *fuzzy* bahu berguna untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Jika bahu kiri bergerak dari benar ke salah, maka begitu pula dengan bahu kanan yang bergerak dari salah ke benar. Representasi kurva bentuk bahu dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2.

Fungsi keanggotaan ini ditandai dengan adanya dua paramater {a, b}, ditunjukkan dengan Persamaan (2) berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} x, & x \leq a \\ x, & \frac{b-x}{b-a}; a \leq x \leq b \end{cases} \quad (2)$$



Gambar 2.2 Kurva Bentuk Bahu

Sumber: (Maryaningsih, et al., 2013)

### 2.2.6 Fuzzy Inference System (FIS)

*Logika Fuzzy* merupakan sebuah alternatif yang digunakan untuk menyampaikan suatu data. Logika ini mendefinisikan data atau pengetahuan yang masih diketahui secara tidak pasti. Logika ini berbasis logika *boolean* yang secara umum digunakan dalam komputasi. Di dalam *logika fuzzy*, suatu proposisi dapat ditunjukkan dengan derajat kebenaran. (Kaya & Alhaji, 2006)

*Logika Fuzzy* adalah daerah *soft computing* yang dapat memungkinkan sistem komputer untuk memberi alasan terhadap suatu ketidakpastian. Orang yang pertama kali memperkenalkan *Logika Fuzzy* yaitu Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Pada teori himpunan *fuzzy*, peran dari suatu derajat keanggotaan yaitu sebagai penentu bahwa adanya unsur dalam satu himpunan sangat penting. Derajat fungsi

keanggotaan berperan sebagai karakteristik utama dari penalaran *logika fuzzy*. Berikut ini ditunjukkan proses *mapping input* dan *output* pada Gambar 2.3.



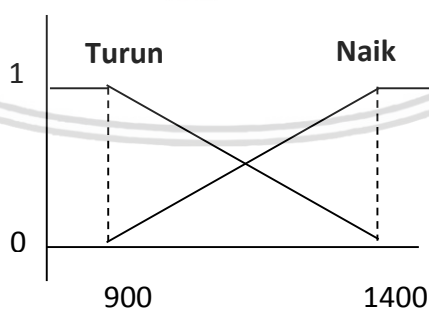
Gambar 2.3 Mapping input dan output

### 2.2.7 Metode Tsukamoto

Metode *Tsukamoto* pertama kali diperkenalkan oleh *Tsukamoto* pada tahun 1979. Metode *Tsukamoto* merupakan metode yang digunakan untuk pengambilan keputusan. Metode ini berlaku untuk penggunaan penalaran aturan yang *monoton*, yaitu untuk menggunakan sistem dengan aturan yang sama/tetap. Implikasi dari setiap aturan dalam bentuk implikasi “Sebab-Akibat” atau implikasi “Masukan-Keluaran” di mana masukan (*input*) dan keluaran (*output*) harus berhubungan secara konsekuen. Setiap aturan diwakili dengan menggunakan asosiasi *fuzzy*, dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang *monoton*. Lalu, untuk menentukan hasil dari sebuah perusahaan (*Crisp Solution*) digunakan dengan remusu pernyataan (*defuzzyfikasi*) yang disebut dengan “berpusat metode rata-rata”. Dalam inferensi metode *Tsukamoto* menggunakan beberapa tahapan (Maryaningsih, et al., 2013), yaitu:

#### 1. Fuzzyfikasi

Merupakan proses nilai *crisp* untuk mendapatkan hasil derajat keanggotaan berasal dari data masukan yang sesuai dengan peraturan-peraturan *fuzzy*. Perhitungan *fuzzyfikasi* berdasarkan pada batas fungsi keanggotaan pada setiap variabel dan himpunan *fuzzy* yang ditentukan. Fungsi keanggotaan pada himpunan *fuzzy* dengan dua input ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Batas Fungsi Keanggotaan

Dari Gambar 2.4, maka dapat diketahui derajat keanggotaan **TURUN** dan **NAIK** yang kemudian didapatkan Persamaan (3) dan Persamaan (4).

$$\mu(\text{turun}) \begin{cases} 1 & , x \leq 900 \\ \frac{1400 - x}{1400 - 900} & , 900 \leq x \leq 1400 \\ 0 & , x \geq 1400 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu(\text{naik}) \begin{cases} 1 & , x \leq 1400 \\ \frac{x - 900}{1400 - 900} & , 900 \leq x \leq 1400 \\ 0 & , x \geq 900 \end{cases} \quad (4)$$

2. Dari proses *fuzzyfikasi*, maka dihasilkan nilai keluaran yaitu berupa nilai *crisp* yang dapat menjadi basis pengetahuan fuzzy (*rule* dalam bentuk IF-THEN). Basis pengetahuan ini akan digunakan untuk menentukan nilai MIN pada  $\alpha$ -predikat.
3. Mesin inferensi menggunakan fungsi implikasi MIN untuk memperoleh nilai  $\alpha$ -predikat untuk setiap *rule* ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_i$ ). Proses  $\alpha$ -predikat ditunjukkan pada Persamaan (5).

$$\alpha_p = \mu A \cap \mu B \quad (5)$$

Keterangan:

- $\alpha_p$  = *Alpha* predikat (nilai minimum dari derajat keanggotaan)
- $\mu$  = Fungsi keanggotaan dari *fuzzyfikasi*
- $i$  = Jumlah *rule fuzzy* yang diperoleh
- $A, B$  = himpunan *fuzzy* A dan B

Kemudian, nilai  $\alpha$ -predikat digunakan untuk menghitung hasil inferensi nilai tegas (*crisp*) pada masing-masing *rule* ( $z_1, z_2, z_3, \dots, z_i$ ). Untuk nilai *crisp* pada batas rendah (pada penelitian ini, sama dengan produksi BERKURANG), ditunjukkan seperti pada Persamaan (6).

$$z = a - (\alpha_p * (a-b)) \quad (6)$$

Sedangkan, untuk nilai *crisp* pada batas tinggi (pada penelitian ini, sama dengan produksi BERTAMBAH), ditunjukkan pada Persamaan (7).

$$z = (\alpha_p * (a-b)) + b \quad (7)$$

Keterangan:

- $z$  = Nilai tegas (*crisp*) pada proses inferensi
- $\alpha_p$  = *Alpha* predikat (nilai minimum dari derajat keanggotaan)
- $a$  = Nilai batasan tinggi pada variabel keluaran
- $b$  = Nilai batasan rendah pada variabel keluaran

4. Pada proses *Defuzzyfikasi*, dapat diperoleh nilai keluaran yaitu nilai tegas  $Z$  (*crisp*) yang dicari melalui proses mengubah masukan yaitu himpunan *fuzzy* menjadi bilangan pada domain himpunan *fuzzy*. Proses *defuzzyfikasi* yang digunakan pada metode Tsukamoto adalah metode *defuzzyfikasi* rata-rata terpusat yang ditunjukkan pada Persamaan (8) (Muzayyanah, I., Mahmudy, W.F., Cholissodin, I., 2014):

$$Z = \frac{\sum_{i=1} (\alpha_{pi} * zi)}{\sum_{i=1} \alpha_{pi}} \quad (8)$$

Keterangan :

- $Z$  = Rata-rata *defuzzyfikasi* terpusat
- $z$  = Nilai tegas (*crisp*) pada proses inferensi
- $\alpha_p$  = *Alpha* predikat (nilai minimum dari derajat keanggotaan)
- $i$  = Jumlah *rule fuzzy* yang diperoleh

### 2.2.8 Metode RMSE (Root Mean Squared Error)

Untuk menentukan level akurasi peramalan, maka keakuratan sistem dapat dihitung dengan rumus RMSE (*Root Mean Squared Error*) seperti pada Persamaan (9).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (yi' - yi)^2} \quad (9)$$

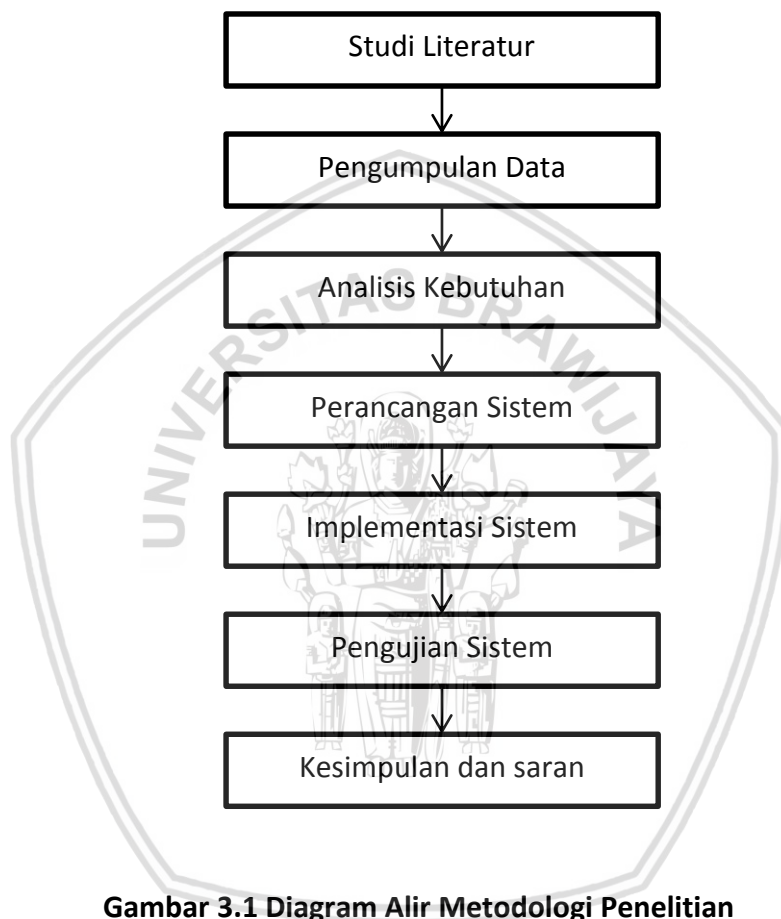
Keterangan:

- $RMSE$  = *Root Mean Squared Error*
- $yi'$  = Data peramalan
- $yi$  = Data aktual
- $n$  = Jumlah data



## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, akan dijelaskan tentang penjelasan metode dan langkah-langkah yang digunakan untuk penyusunan skripsi ini. Langkah-langkah yang digunakan untuk menyusun skripsi ini, yaitu meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem dan penarikan kesimpulan. Untuk lebih jelas, dapat dilihat *flowchart* Metodologi Penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah hal yang pertama dilakukan oleh peneliti, yaitu proses mempelajari tentang penunjang dasar teori yang akan diterapkan atau digunakan pada penelitian ini, serta penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan skripsi ini. Sumber yang digunakan peneliti untuk studi literatur ini, yakni:

1. Jurnal nasional maupun internasional
2. Buku
3. *E-book*
4. Halaman web

5. Skripsi atau laporan penelitian sebelumnya yang menunjang skripsi ini.

Teori yang berkaitan dengan Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus : Harum Bakery), diantaranya adalah: Bakery, roti di Harum Bakery, peramalan, Sistem Pendukung Keputusan, *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto, fungsi keanggotaan dan metode *Tsukamoto*.

### 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini diambil dari data penjualan Harum Bakery. Pengambilan data ini dilakukan melalui proses izin terhadap *owner* dari Harum Bakery sendiri untuk memperoleh data. Data yang diambil adalah data penjualan roti per hari pada perusahaan Harum Bakery dalam kurun waktu 3 bulan terakhir. Dimulai dari bulan November 2017 hingga Januari 2018, yang kemudian terkumpul sebanyak 92 data penjualan roti manis, 92 data penjualan roti tawar, dan 92 data penjualan roti cake.

### 3.3 Analisis Kebutuhan

Pada analisis kebutuhan ini, berfungsi untuk mengetahui dan menganalisis kebutuhan apa saja yang dibutuhkan dalam Pengembangan Aplikasi *Mobile* untuk implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti di Harum Bakery dimulai dari analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam system.

1. Spesifikasi kebutuhan *Hardware*:

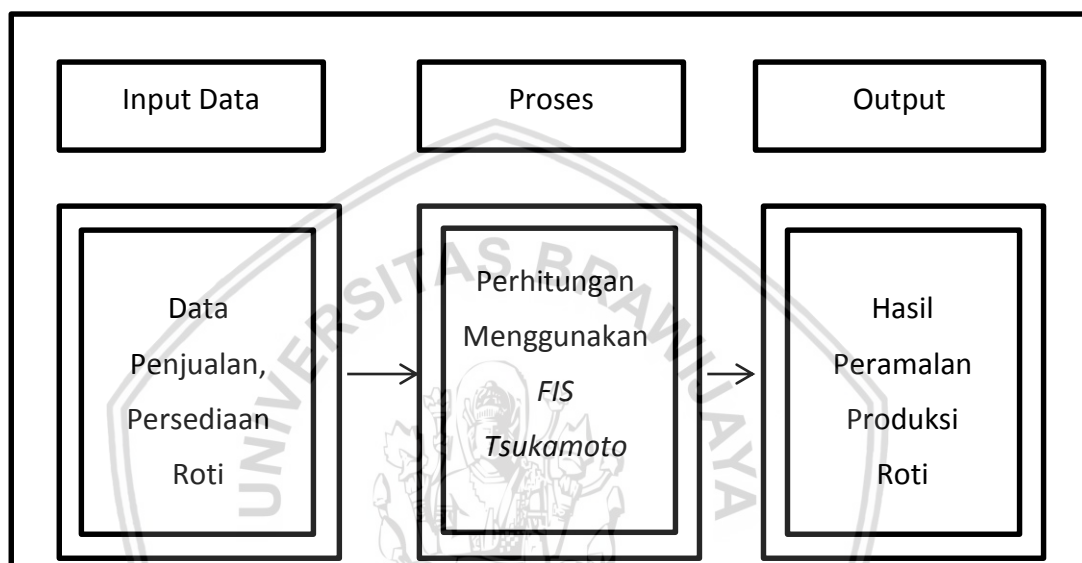
- *Processor* : Intel(R) Core(TM) i5 CPU M 430 @ 2.27Ghz
- *RAM* : 2GB
- *Harddisk* : 500 MB
- *Keyboard* dan *Mouse*

2. Spesifikasi kebutuhan *Software*:

- Tipe Sistem : 32-bit
- Sistem Operasi : Windows 8.1
- *Server Localhost* : XAMPP v3.2.2
- Bahasa Pemrograman : PHP
- *Tools* pemrograman : Sublime Text 3
- DBMS : MySQL
- Browser : Google Chrome

### 3.4 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem ini merupakan tahapan lanjutan dari analisis kebutuhan sistem. Perancangan sistem berguna sebagai acuan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) sistem secara garis besar. Penulis melakukan tahapan penelitian dimulai dari *input* data, proses, dan *output* seperti pada diagram blok pada Gambar 3.2. Dalam tahapan penyelesaian masalah yang telah dijelaskan, penulis menggunakan *Fuzzy Inference System* pada metode *Tsukamoto*, dengan output berupa peramalan produksi roti.



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem

### 3.5 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi sistem, dilakukan implementasi dari tahapan perancangan sistem sebelumnya. Penerapan *Fuzzy Inference System* pada metode *Tsukamoto* untuk peramalan penjualan roti pada Harum Bakery ini merupakan aplikasi berbasis web. Implementasi yang dilakukan yaitu implementasi interface, database, dan algoritma/metode. Implementasi dari perancangan ini dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman HTML dan PHP dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* pada metode *Tsukamoto*, dan untuk database menggunakan MySQL. Selain itu, pada tahapan ini juga dijelaskan manualisasi perhitungan sederhana dari skripsi yang diteliti oleh penulis.

### 3.6 Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian sistem berfungsi sebagai alat ukur keberhasilan sistem menggunakan *Fuzzy Inference System* pada metode *Tsukamoto* yang diterapkan pada permasalahan peramalan penjualan roti di Harum Bakery yang sebelumnya telah diimplementasikan pada tahap implementasi sistem.

### 3.7 Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan setelah semua proses telah dilakukan, mulai dari perancangan, hingga pengujian sistem dari Pengembangan Aplikasi *Mobile* untuk Peramalan Penjualan Roti menggunakan *Fuzzy Inference System* pada metode *Tsukamoto*. Kesimpulan diambil dari pengujian dan analisis metode yang diterapkan, serta merupakan jawaban dari rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya pada bab Pendahuluan. Tahap yang terakhir yaitu pemberian saran. Pada pemberian saran berisi tentang saran dari penulis mengenai hasil yang telah dicapai dan sebagai acuan untuk penelitian berikutnya untuk memperbaiki kesalahan apabila ditemukan pada penelitian ini.



## BAB 4 PERANCANGAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis kebutuhan perangkat lunak, perancangan sistem dan perancangan algoritma *Fuzzy Inference System* pada metode *Tsukamoto*.

### 4.1 Analisis Kebutuhan Fungsional

Daftar kebutuhan sistem dijelaskan seperti Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Tabel Kebutuhan Fungsional Sistem**

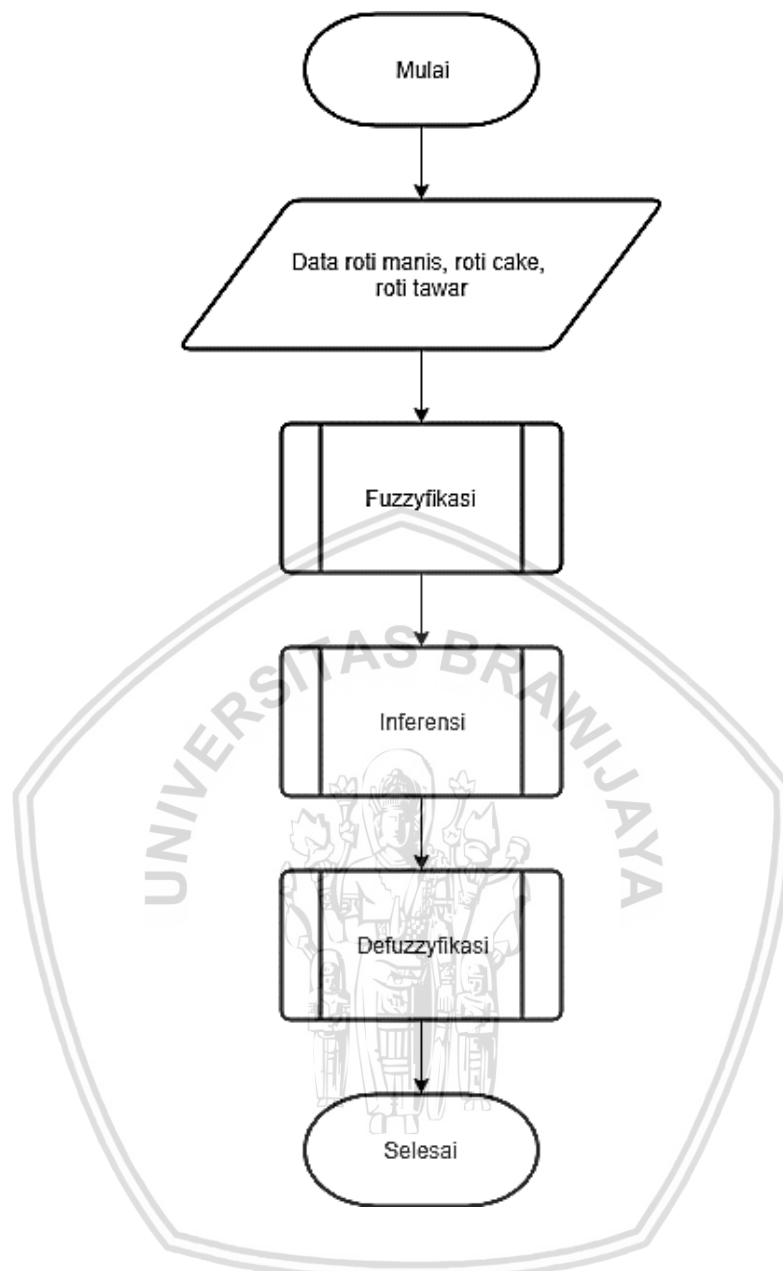
Kebutuhan	Aktor
Sistem menyediakan <i>interface</i> untuk memasukkan jumlah penjualan roti manis, persediaan roti manis, penjualan roti <i>cake</i> , persediaan roti <i>cake</i> , penjualan roti tawar dan persediaan roti tawar dalam bentuk <i>input file</i> .	<i>User</i>
Sistem menyediakan <i>interface</i> yang menampilkan <i>form input</i> data untuk memasukkan data tunggal jumlah penjualan roti manis, persediaan roti manis, penjualan roti <i>cake</i> , persediaan roti <i>cake</i> , penjualan roti tawar dan persediaan roti tawar.	<i>User</i>
Sistem menyediakan <i>interface</i> untuk menampilkan hasil dari masing-masing pengujian dari data yang dimasukkan.	<i>User</i>
Sistem menyediakan <i>interface</i> untuk menampilkan <i>rule</i> yang berlaku.	<i>User</i>
Sistem menyediakan <i>interface</i> untuk menampilkan perbandingan pengujian dengan menggunakan metode FIS Tsukamoto	<i>User</i>

### 4.2 Perancangan *Flowchart* Proses Perhitungan Sistem

#### 4.2.1 *Flowchart Fuzzy Inference System Tsukamoto*

Tampilan *flowchart Fuzzy Inference System Tsukamoto* Ditunjukkan pada Gambar 4.1. Penjelasan *flowchart Fuzzy Inference Tsukamoto* yaitu sebagai berikut:

1. Memasukkan data-data fungsi keanggotaan, yaitu fungsi keanggotaan jumlah penjualan, jumlah persediaan dan jumlah produksi roti.
2. Dilakukan fungsi proses *fuzzyfikasi* untuk menghitung nilai derajat keanggotaan masing-masing fungsi keanggotaan.
3. Melakukan proses inferensi suatu data
4. Melakukan proses *defuzzyfikasi* sebagai langkah akhir



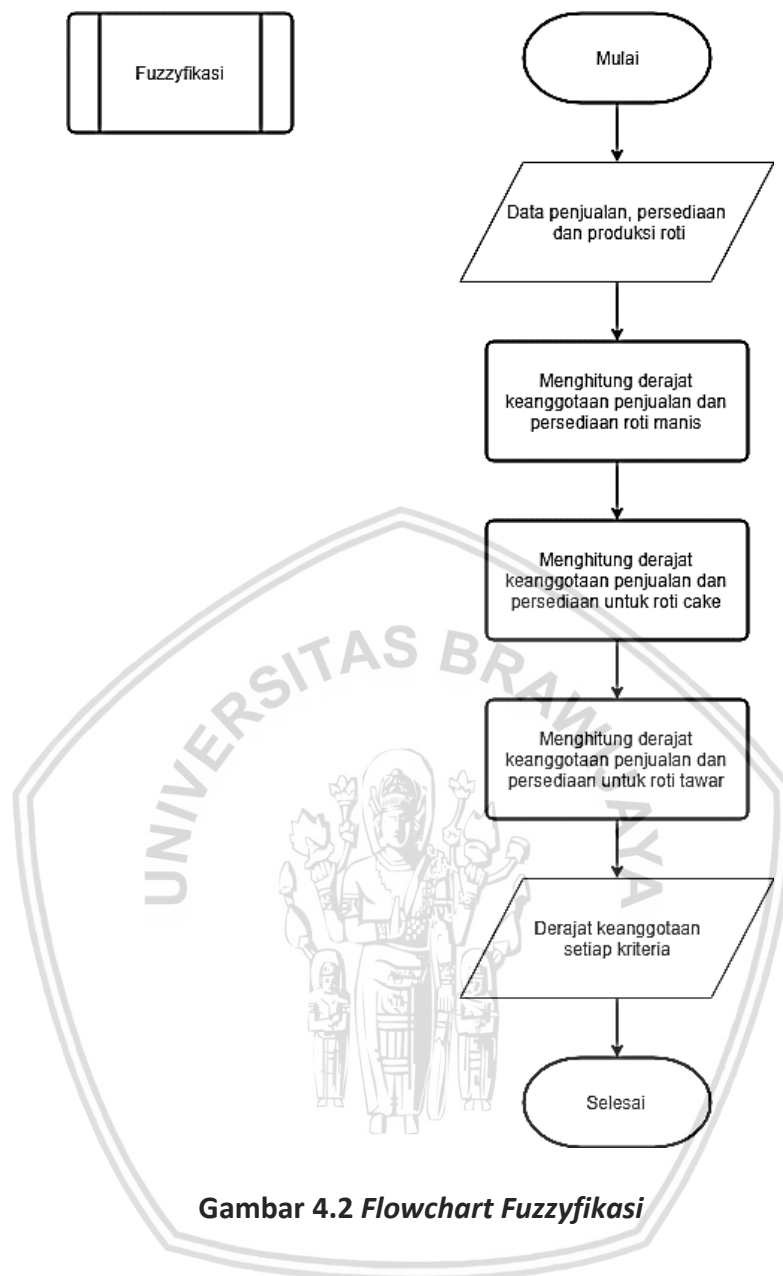
**Gambar 4.1 Flowchart Fuzzy Inference Tsukamoto**

#### **4.2.2 Flowchart Fuzzyfikasi**

Tampilan *flowchart Fuzzy Inference System* Tsukamoto ditunjukkan pada Gambar 4.2. Penjelasan *flowchart fuzzyfikasi* yaitu sebagai berikut:

1. Memasukkan data roti manis, roti cake dan roti tawar berupa data penjualan, data persediaan dan data produksi pada hari atau minggu sebelumnya.
2. Menghitung nilai derajat keanggotaan data penjualan dan persediaan roti pada proses *fuzzyfikasi*
3. Menentukan rule, mencari nilai alpha predikat dan z pada proses inferensi
4. Menghitung nilai defuzzyfikasi.



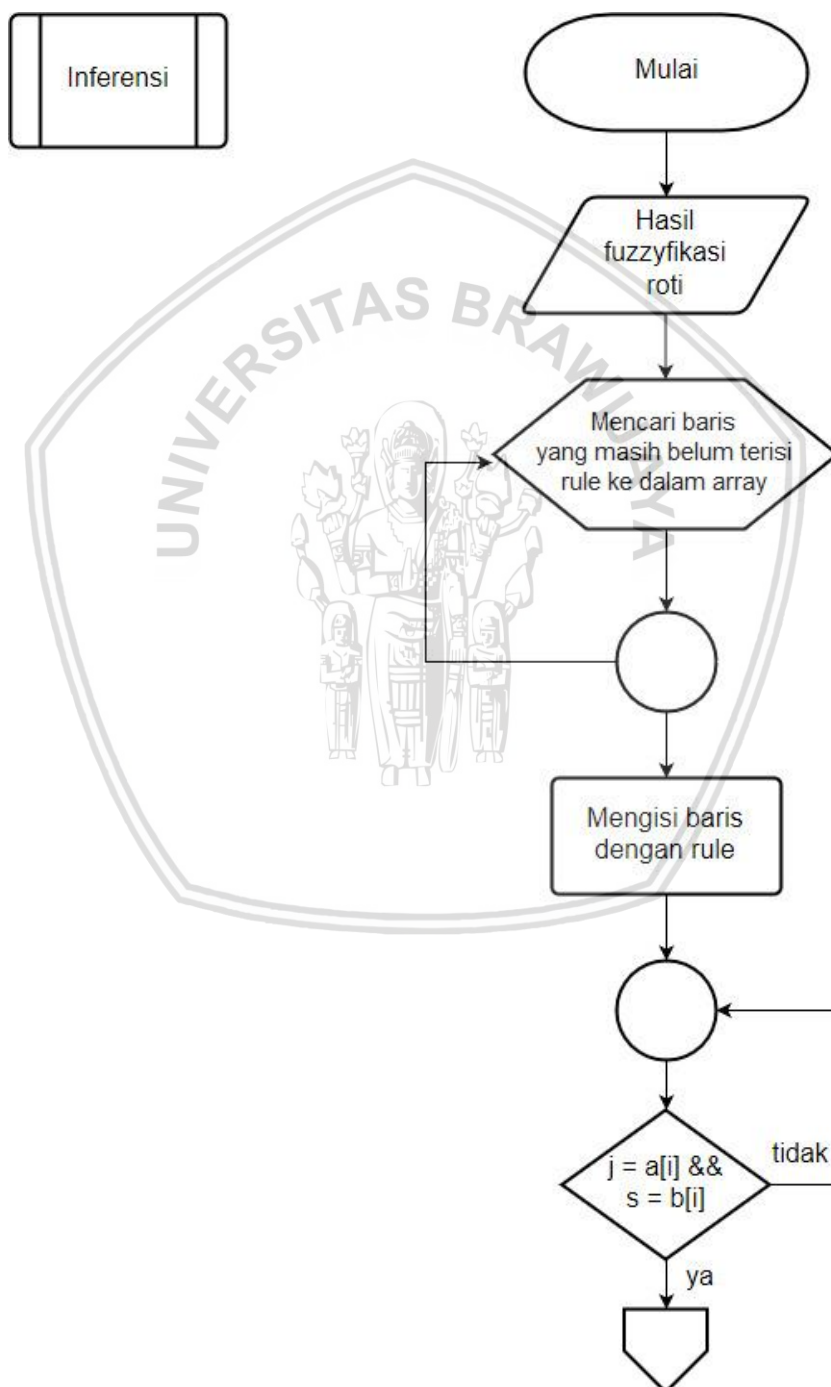


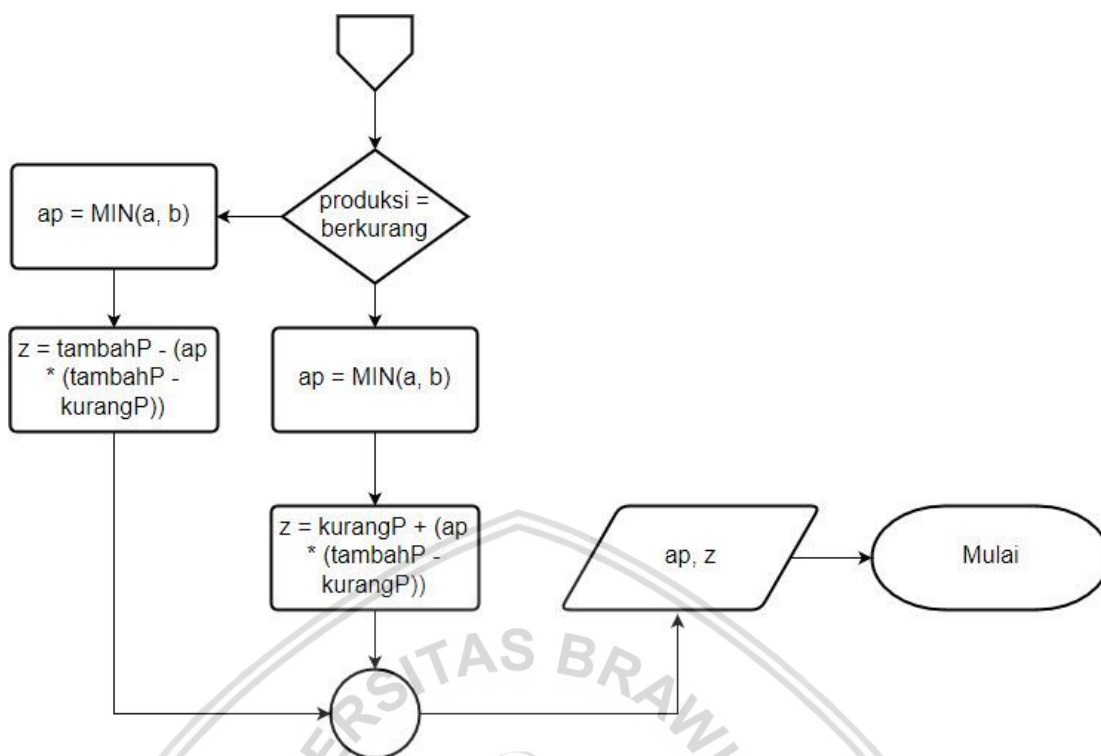
#### 4.2.3 Flowchart Inferensi

Tampilan *flowchart* proses Inferensi ditunjukkan pada Gambar 4.3. Penjelasan *flowchart* proses inferensi yaitu sebagai berikut:

1. Memasukkan nilai fuzzyfikasi roti penjualan dan persediaan roti
2. Mencari baris fuzzyfikasi yang belum diisi dengan rule.
3. Jika sudah terisi, maka akan dilakukan perulangan hingga baris yang masih kosong ditemukan.
4. Jika ditemukan baris fuzzyfikasi yang kosong, maka akan diisi dengan rule.
5. Jika semua baris telah terisi dengan rule, maka akan dilakukan pencarian jenis rule.
6. Jika rule yang telah dicari telah dimasukkan ke dalam barisan rule, maka akan beralih ke rule yang lainnya.

7. Jika sudah mencapai akhir pencarian rule, maka ditentukan hasil produksinya bila produksi berkurang (dari rule penjualan turun – persediaan sedikit dan rule penjualan turun – persediaan banyak) maka akan melalui prses pencarian nilai minimal dan menghitung nilai z untuk batas rendah. Tetapi, jika hasil produksi bertambah (dari rule penjualan naik – persediaan sedikit dan rule penjualan naik – persediaan banyak) maka akan melalui prses pencarian nilai minimal dan menghitung nilai z untuk batas tinggi.
8. Diperoleh nilai alpha predikat dan z.



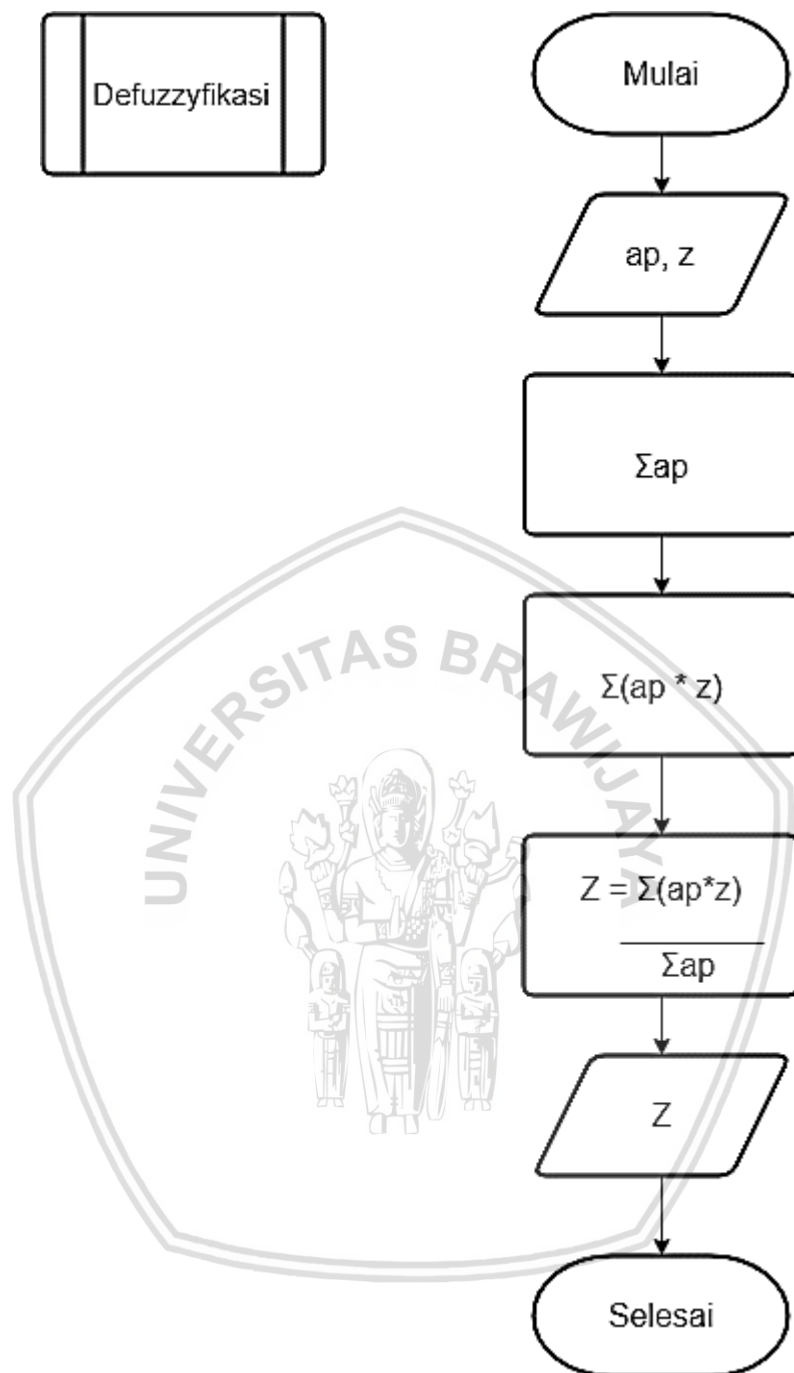


**Gambar 4.3 Flowchart Proses Inferensi**

#### 4.2.4 Flowchart Defuzzyfikasi

Tampilan *flowchart Defuzzyfikasi* ditunjukkan pada Gambar 4.4. Penjelasan *flowchart Defuzzyfikasi* yaitu sebagai berikut:

1. Memasukkan nilai alpha predikat dan az dalam setiap rule
2. Menghitung jumlah nilai alpha predikat
3. Menghitung nilai perkalian alpha predikat dan z
4. Menghitung nilai z dengan pembagian jumlah nilai az dengan jumlah nilai alpha predikat
5. Didapatkan nilai Z roti



Gambar 4.4 Flowchart Defuzzyfikasi

### 4.3 Perancangan *Fuzzy Inference System*

Pada penelitian ini digunakan perhitungan dengan algoritma *Fuzzy Inference System* pada metode Tsukamoto. Contoh perhitungan dalam penelitian ini akan dijabarkan sebagai berikut.

### 4.3.1 Penentuan Kriteria atau Variabel

Kriteria atau variabel merupakan faktor-faktor dalam produksi yang mempunyai peran penting dalam mempengaruhi proses produksi roti, diantaranya:

- 1) Data jumlah penjualan roti
- 2) Data jumlah persediaan roti

Pada Tabel 4.2, disajikan salah satu data penjualan, persediaan dan produksi roti pada Harum Bakery sebagai contoh selama 22 hari dalam satu bulan. Dengan variabel M untuk Roti Manis, C untuk Roti *Cake*, dan T untuk Roti Tawar. Data pada tanggal 1 November 2017 sampai 20 November 2017 sebagai data latih. Kemudian, data pada tanggal 21 November 2017 sebagai data uji.

**Tabel 4.2 Tabel Data Sampel Pakar**

Hari/ Tanggal	Penjualan			Persediaan			Produksi		
	M	C	T	M	C	T	M	C	T
01/11/2017	137	12	6	99	127	100	138	21	12
02/11/2017	131	16	5	100	136	106	138	21	12
03/11/2017	133	7	7	107	141	113	138	21	12
04/11/2017	162	28	13	112	155	118	138	42	12
05/11/2017	129	29	9	88	148	117	138	42	12
06/11/2017	152	31	13	97	140	120	138	42	12
07/11/2017	247	17	6	83	130	119	276	21	12
08/11/2017	167	32	3	112	155	137	138	42	12
09/11/2017	189	28	12	83	144	146	276	42	12
10/11/2017	120	11	3	32	137	146	138	21	12
11/11/2017	292	7	13	50	147	155	276	21	12
12/11/2017	242	9	11	34	182	166	276	21	12
13/11/2017	261	14	3	68	215	179	276	21	12
14/11/2017	98	20	3	83	243	200	138	42	12
15/11/2017	84	16	12	123	244	209	138	21	12
16/11/2017	138	21	8	177	249	209	138	42	12
17/11/2017	116	14	9	177	249	213	138	21	12
18/11/2017	89	4	8	49	56	66	138	21	12

19/11/2017	293	27	16	98	73	70	276	42	12
20/11/2017	233	32	5	81	88	78	276	42	12
21/11/2017	170	22	4	124	98	97	138	42	24

#### 4.3.2 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Himpunan *Fuzzy* yang terbentuk dari data yang diperoleh dari pakar dijabarkan sebagai berikut:

- Untuk jumlah penjualan, persediaan dan produksi roti manis mempunyai rincian jumlah sebagai berikut; dimulai dari jumlah penjualan yang paling sedikit yaitu 3 buah dan paling banyak 350. Jumlah persediaan yang paling sedikit yaitu 30 buah dan paling banyak 180. Jumlah produksi yang paling sedikit yaitu 138 buah dan paling banyak 276.
- Untuk jumlah penjualan, persediaan dan produksi roti *cake* mempunyai rincian jumlah sebagai berikut; dimulai dari jumlah penjualan yang paling sedikit yaitu 4 buah dan paling banyak 35. Jumlah persediaan yang paling sedikit yaitu 50 buah dan paling banyak 350. Jumlah produksi yang paling sedikit yaitu 21 buah dan paling banyak 42.
- Untuk jumlah penjualan, persediaan dan produksi roti tawar mempunyai rincian jumlah sebagai berikut; dimulai dari jumlah penjualan yang paling sedikit yaitu 4 buah dan paling banyak 30. Jumlah persediaan yang paling sedikit yaitu 65 buah dan paling banyak 200. Jumlah produksi yang paling sedikit yaitu 12 buah dan paling banyak 24.

Himpunan *fuzzy* yang terbentuk dengan rincian yang telah disebutkan, ditampilkan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Tabel Himpunan Fuzzy**

Variabel	Himpunan Fuzzy	Jumlah			Satuan
Nama		Manis	Cake	Tawar	
Penjualan roti	Turun	3	4	4	Buah
	Naik	350	35	30	Buah
Persediaan roti	Sedikit	30	50	65	Buah
	Banyak	180	350	200	Buah
Produksi roti	Berkurang	138	21	12	Buah
	Bertambah	276	42	24	Buah

#### 4.3.3 Penentuan Aturan (*Rule*)

Aturan yang ditentukan diperoleh dari referensi pakar yang berkaitan dengan proses produksi roti pada Harum *Bakery*. Aturan yang ditentukan berupa



pernyataan dalam *if-then*. Aturan inferensi yang didapat diambil dari 20 data pada tanggal 1 November 2017 sampai 20 November 2017, akan dijabarkan pada Tabel 4.4.

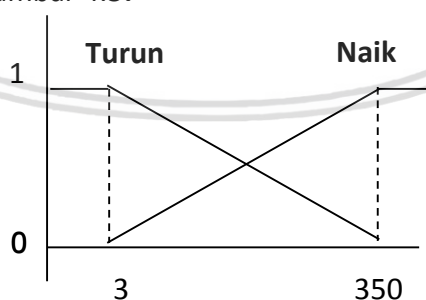
**Tabel 4.4 Aturan Model FIS Tsukamoto dalam Peramalan Produksi Roti**

Rule	Variabel		Hasil
	<i>If</i>		<i>Then</i>
	Penjualan roti	Persediaan roti	Produksi roti
1	Turun	Sedikit	Berkurang
2	Turun	Banyak	Berkurang
3	Naik	Sedikit	Bertambah
4	Naik	Banyak	Bertambah

#### 4.3.4 Penentuan Fungsi Derajat Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menjelaskan titik *input* (masukan) data ke dalam nilai keanggotaannya, yang dapat disebut juga dengan derajat keanggotaan. Derajat atau fungsi keanggotaan memiliki interval antara nilai 0 sampai 1. Untuk dapat memperoleh nilai derajat keanggotaan maka dilakukan pendekatan fungsi. Variabel yang digunakan yaitu variabel penjualan, persediaan dan produksi. Untuk nilai yang diambil dari Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 hanya pada bulan Januari saja. Fungsi derajat keanggotaan yang diperoleh dalam penelitian ini dijelaskan seperti berikut:

1. Fungsi derajat keanggotaan untuk penjualan roti manis  
Derajat keanggotaan jumlah penjualan roti manis **TURUN** dan **NAIK** ditunjukkan pada Gambar 4.5.

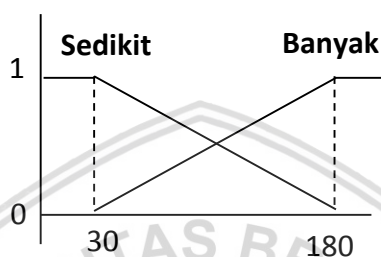


**Gambar 4.5 Derajat Keanggotaan Penjualan Roti Manis**

$$\mu(\text{turun}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 3 \\ \frac{350 - x}{350 - 3} & , 3 \leq x \leq 350 \\ 0 & , x \geq 350 \end{cases}$$

$$\mu(\text{naik}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 350 \\ \frac{x-3}{350-3} & , 3 \leq x \leq 350 \\ 0 & , x \geq 3 \end{cases}$$

2. Fungsi derajat keanggotaan untuk persediaan roti manis  
Derajat keanggotaan jumlah persediaan roti manis **SEDIKIT** dan **BANYAK** ditunjukkan pada Gambar 4.6.

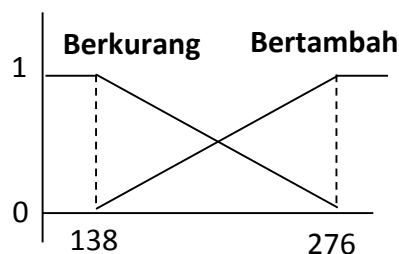


Gambar 4.6 Derajat Keanggotaan Persediaan Roti Manis

$$\mu(\text{sedikit}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 30 \\ \frac{180-x}{180-30} & , 30 \leq x \leq 180 \\ 0 & , x \geq 180 \end{cases}$$

$$\mu(\text{banyak}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 180 \\ \frac{x-30}{180-30} & , 30 \leq x \leq 180 \\ 0 & , x \geq 30 \end{cases}$$

3. Fungsi derajat keanggotaan untuk produksi roti manis  
Derajat keanggotaan jumlah produksi roti manis **BERKURANG** dan **BERTAMBAH** ditunjukkan pada Gambar 4.7.

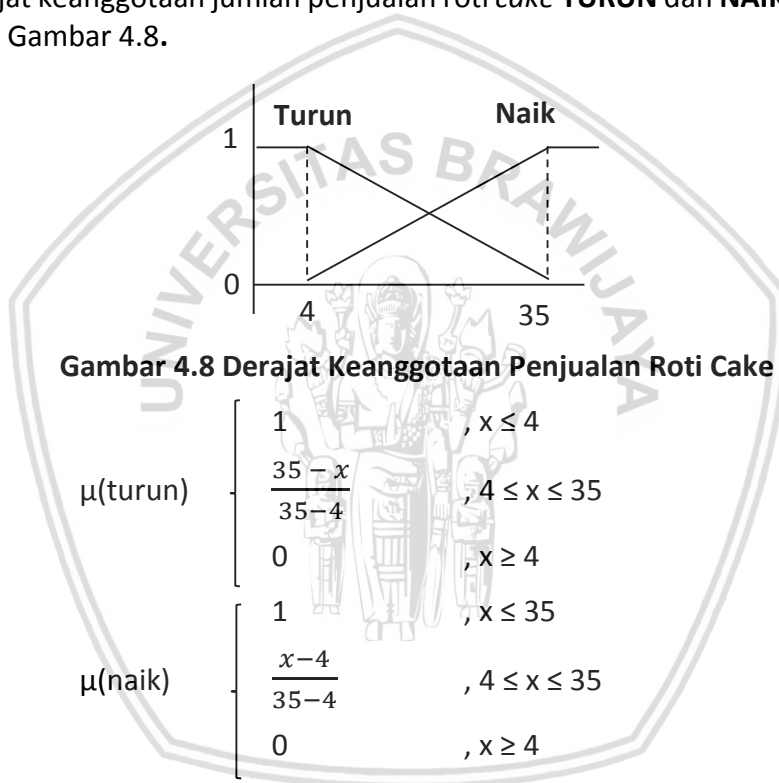


Gambar 4.7 Derajat Keanggotaan Produksi Roti Manis

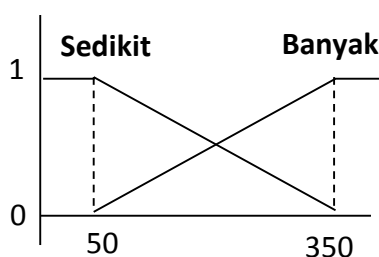
$$\mu(\text{berkurang}) \begin{cases} 1 & , x \leq 276 \\ \frac{276-x}{276-138} & , 138 \leq x \leq 276 \\ 0 & , x \geq 276 \end{cases}$$

$$\mu(\text{bertambah}) \begin{cases} 1 & , x \leq 276 \\ \frac{x-138}{276-138} & , 138 \leq x \leq 276 \\ 0 & , x \geq 138 \end{cases}$$

4. Fungsi derajat keanggotaan untuk penjualan roti *cake*  
 Derajat keanggotaan jumlah penjualan roti *cake* **TURUN** dan **NAIK** ditunjukkan pada Gambar 4.8.



5. Fungsi derajat keanggotaan untuk persediaan roti *cake*  
 Derajat keanggotaan jumlah persediaan roti *cake* **SEDIKIT** dan **BANYAK** ditunjukkan pada Gambar 4.9.

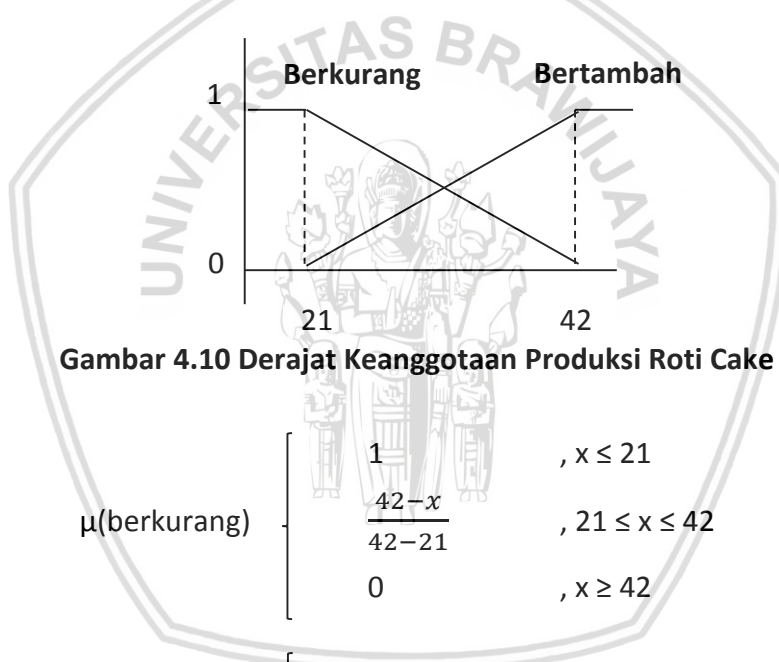


**Gambar 4.9 Derajat Keanggotaan Persediaan Roti Cake**

$$\mu(\text{sedikit}) \begin{cases} 1 & , x \leq 50 \\ \frac{350-x}{350-50} & , 50 \leq x \leq 350 \\ 0 & , x \geq 350 \end{cases}$$

$$\mu(\text{banyak}) \begin{cases} 1 & , x \leq 350 \\ \frac{x-50}{350-50} & , 50 \leq x \leq 350 \\ 0 & , x \geq 50 \end{cases}$$

6. Fungsi derajat keanggotaan untuk produksi roti *cake*  
 Derajat keanggotaan jumlah produksi roti *cake* **BERKURANG** dan **BERTAMBAH** ditunjukkan pada Gambar 4.10.

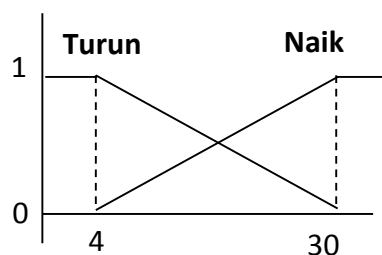


Gambar 4.10 Derajat Keanggotaan Produksi Roti Cake

$$\mu(\text{berkurang}) \begin{cases} 1 & , x \leq 21 \\ \frac{42-x}{42-21} & , 21 \leq x \leq 42 \\ 0 & , x \geq 42 \end{cases}$$

$$\mu(\text{bertambah}) \begin{cases} 1 & , x \leq 42 \\ \frac{x-21}{42-21} & , 21 \leq x \leq 42 \\ 0 & , x \geq 21 \end{cases}$$

7. Fungsi derajat keanggotaan untuk penjualan roti tawar  
 Derajat keanggotaan jumlah penjualan roti tawar **TURUN** dan **NAIK** ditunjukkan pada Gambar 4.11.

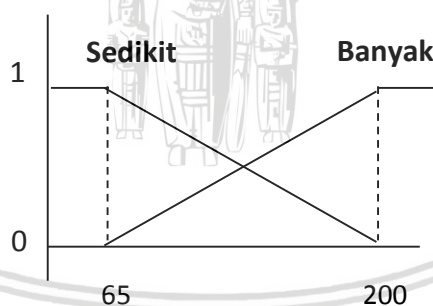


Gambar 4.11 Derajat Keanggotaan Penjualan Roti Tawar

$$\mu(\text{sedikit}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 4 \\ \frac{30-x}{30-4} & , 4 \leq x \leq 30 \\ 0 & , x \geq 30 \end{cases}$$

$$\mu(\text{banyak}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 30 \\ \frac{x-4}{30-4} & , 4 \leq x \leq 30 \\ 0 & , x \geq 4 \end{cases}$$

8. Fungsi derajat keanggotaan untuk persediaan roti tawar  
Derajat keanggotaan jumlah persediaan roti tawar **SEDIKIT** dan **BANYAK** ditunjukkan pada Gambar 4.12.

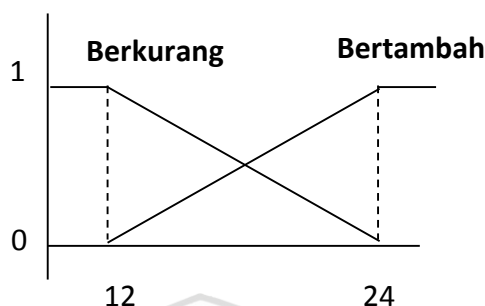


Gambar 4.12 Derajat Keanggotaan Persediaan Roti Tawar

$$\mu(\text{sedikit}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 65 \\ \frac{200-x}{200-65} & , 65 \leq x \leq 200 \\ 0 & , x \geq 200 \end{cases}$$

$$\mu(\text{banyak}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 200 \\ \frac{x-65}{200-65} & , 65 \leq x \leq 200 \\ 0 & , x \geq 65 \end{cases}$$

9. Fungsi derajat keanggotaan untuk produksi roti tawar  
Derajat keanggotaan jumlah produksi roti tawar **BERKURANG** dan **BERTAMBAH** ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Derajat Keanggotaan Produksi Roti Tawar

$$\begin{aligned} \mu(\text{sedikit}) &= \begin{cases} 1 & , x \leq 12 \\ \frac{24-x}{24-12} & , 12 \leq x \leq 24 \\ 0 & , x \geq 24 \end{cases} \\ \mu(\text{banyak}) &= \begin{cases} 1 & , x \leq 24 \\ \frac{x-12}{24-12} & , 12 \leq x \leq 24 \\ 0 & , x \geq 12 \end{cases} \end{aligned}$$

#### 4.3.5 Perhitungan *Fuzzyfikasi*

Data yang digunakan dalam perhitungan inferensi pada metode Tsukamoto yaitu data pada bulan Januari 2018. Data penjualan yang digunakan yaitu pada tanggal 4, dan data persediaan pada tanggal 5. Keseluruhan tabel dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Penjualan dan Persediaan Roti Selama Tiga Bulan

Penjualan			Persediaan		
Manis	Cake	Tawar	Manis	Cake	Tawar
170	22	4	124	98	97

Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan berdasarkan nilai himpunan keanggotaan pada Tabel 4.5.



### 1. Roti Manis

- Variabel jumlah penjualan roti manis  
Penjualan roti manis memiliki nilai 170, sehingga dapat dimasukkan pada fungsi keanggotaan jumlah penjualan roti manis sedikit.

$$\begin{aligned}\mu \text{ Penjualan roti manis turun} &= (350-170)/(350-3) \\ &= 0,518731988 \\ \mu \text{ Penjualan roti manis naik} &= (170-3)/(350-3) \\ &= 0,48126801\end{aligned}$$

- Persediaan roti manis memiliki nilai 124, sehingga dapat dimasukkan pada fungsi keanggotaan jumlah penjualan roti manis sedikit.

$$\begin{aligned}\mu \text{ Persediaan roti manis sedikit} &= (180-124)/(180-30) \\ &= 0,37333333 \\ \mu \text{ Persediaan roti manis banyak} &= (124-30)/(180-30) \\ &= 0,626666667\end{aligned}$$

### 2. Roti Cake

- Penjualan roti *cake* memiliki nilai 22, sehingga dapat dimasukkan pada fungsi keanggotaan jumlah penjualan dan roti *cake* sedikit.

$$\begin{aligned}\mu \text{ Penjualan roti cake turun} &= (35-22)/(35-4) \\ &= 0,41935484 \\ \mu \text{ Penjualan roti cake naik} &= (22-4)/(35-4) \\ &= 0,58064516\end{aligned}$$

- Persediaan roti *cake* memiliki nilai 98, sehingga dapat dimasukkan pada fungsi keanggotaan jumlah persediaan roti *cake* sedikit.

$$\begin{aligned}\mu \text{ Persediaan roti cake sedikit} &= (350-98)/(350-50) \\ &= 0,84 \\ \mu \text{ Persediaan roti cake banyak} &= (98-50)/(350-50) \\ &= 0,16\end{aligned}$$

### 3. Roti Tawar

- Penjualan roti tawar memiliki nilai 4, sehingga dapat dimasukkan pada fungsi keanggotaan jumlah penjualan roti tawar sedikit.

$$\begin{aligned}\mu \text{ Penjualan roti tawar turun} &= (30-4)/(30-4) \\ &= 1 \\ \mu \text{ Penjualan roti tawar naik} &= (4-4)/(30-4) \\ &= 0\end{aligned}$$

- Persediaan roti tawar memiliki nilai 97, sehingga dapat dimasukkan pada fungsi keanggotaan jumlah penjualan roti tawar sedikit.

$$\begin{aligned}\mu \text{ Persediaan roti tawar sedikit} &= (200-97)/(200-65) \\ &= 0,762963 \\ \mu \text{ Persediaan roti tawar banyak} &= (97-65)/(200-65) \\ &= 0,237037\end{aligned}$$

#### 4.3.6 Perhitungan Inferensi

Mencari nilai aturan inferensi pada Tabel 4.5 dengan menggunakan FIS pada metode Tsukamoto dengan fungsi MIN. Berdasarkan perhitungan derajat keanggotaan sebelumnya, maka akan coba dihitung setiap aturan roti manis kemudian disimpulkan bahwa aturan yang dapat digunakan untuk aturan roti manis yaitu aturan nomor 1, 2, 3 dan 4, untuk aturan roti *cake* yaitu aturan nomor 1, 2 dan 3, dan aturan roti tawar yaitu aturan nomor 1, 2, 3 dan 4. Kemudian dimasukkan pada persamaan untuk fungsi MIN.

##### 1. Roti Manis

###### 1. Rule nomor 1

[R1] IF Penjualan **TURUN** AND Persediaan **SEDIKIT** THEN Produksi **BERKURANG**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R1] dinotasikan dengan  $\alpha_1$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \mu \text{ Penjualan roti manis turun} \cap \mu \text{ Persediaan roti manis sedikit} \\ &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti manis turun}[170] ; \mu \text{Persediaan roti manis sedikit}[124] \} \\ &= \text{MIN} \{ 0,518731988; 0,37333333 \} \\ &= 0,37333333 \\ z_1 &= 224,48\end{aligned}$$

###### 2. Rule nomor 2

[R2] IF Penjualan **TURUN** AND Persediaan **BANYAK** THEN Produksi **BERKURANG**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R2] dinotasikan dengan  $\alpha_2$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \mu \text{ Penjualan roti manis turun} \cap \mu \text{ Persediaan roti manis banyak} \\ &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti manis turun}[170] ; \mu \text{Persediaan roti manis banyak}[124] \} \\ &= \text{MIN} \{ 0,518731988; 0,626666667 \}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,518731988 \\ z_2 &= 204,414986 \end{aligned}$$

### 3. Rule nomor 3

[R3] IF Penjualan **NAIK** AND Persediaan **SEDIKIT** THEN Produksi **BERTAMBAH**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R3] dinotasikan dengan  $\alpha_3$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= \mu \text{ Penjualan roti manis naik} \cap \mu \text{ Persediaan roti manis sedikit} \\ &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti manis naik}[170] ; \mu \text{Persediaan roti manis sedikit}[124] \} \\ &= \text{MIN} \{ 0,48126801; 0,37333333 \} \\ &= 0,37333333 \\ z_3 &= 189,52 \end{aligned}$$

## 2. Roti Cake

### 1. Rule nomor 1

[R1] IF Penjualan **TURUN** AND Persediaan **SEDIKIT** THEN Produksi **BERKURANG**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R1] dinotasikan dengan  $\alpha_1$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \mu \text{ Penjualan roti cake turun} \cap \mu \text{ Persediaan roti cake sedikit} \\ &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti cake turun}[22] ; \mu \text{Persediaan roti cake sedikit}[98] \} \\ &= \text{MIN} \{ 0,41935484; 0,84 \} \\ &= 0,41935484 \\ z_1 &= 33,1935484 \end{aligned}$$

### 2. Rule nomor 2

[R2] IF Penjualan **TURUN** AND Persediaan **BANYAK** THEN Produksi **BERKURANG**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R2] dinotasikan dengan  $\alpha_2$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \mu \text{ Penjualan roti cake turun} \cap \mu \text{ Persediaan roti cake banyak} \\ &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti cake turun}[22] ; \mu \text{Persediaan roti cake banyak}[98] \} \\ &= \text{MIN} \{ 0,41935484; 0,16 \} \\ &= 0,16 \\ z_2 &= 38,64 \end{aligned}$$

3. Rule nomor 3

[R3] IF Penjualan **NAIK** AND Persediaan **SEDIKIT** THEN Produksi **BERTAMBAH**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R3] dinotasikan dengan  $\alpha_3$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned}\alpha_3 &= \mu \text{ Penjualan roti } \textit{cake} \text{ naik} \cap \mu \text{ Persediaan roti manis sedikit} \\ &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti } \textit{cake} \text{ naik}[22] ; \mu \text{Persediaan roti } \textit{cake} \text{ sedikit}[98] \} \\ &= \text{MIN} \{ 0,58064516; 0,84 \} \\ &= 0,58064516 \\ z_3 &= 33,1935484\end{aligned}$$

4. Rule nomor 4

[R4] IF Penjualan **NAIK** AND Persediaan **SEDIKIT** THEN Produksi **BERTAMBAH**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R4] dinotasikan dengan  $\alpha_4$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned}\alpha_4 &= \mu \text{ Penjualan roti } \textit{cake} \text{ naik} \cap \mu \text{ Persediaan roti manis banyak} \\ &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti } \textit{cake} \text{ naik}[22] ; \mu \text{Persediaan roti } \textit{cake} \text{ banyak}[98] \} \\ &= \text{MIN} \{ 0,58064516; 0,16 \} \\ &= 0,16 \\ z_4 &= 24,36\end{aligned}$$

3. Roti Tawar

1. Rule nomor 1

[R1] IF Penjualan **TURUN** AND Persediaan **SEDIKIT** THEN Produksi **BERKURANG**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R1] dinotasikan dengan  $\alpha_1$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \mu \text{ Penjualan roti tawar turun} \cap \mu \text{ Persediaan roti tawar sedikit} \\ &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti tawar turun}[4] ; \mu \text{Persediaan roti tawar sedikit}[97] \} \\ &= \text{MIN} \{ 1; 0,762963 \} \\ &= 0,762963 \\ z_1 &= 14,8444444\end{aligned}$$

2. Rule nomor 2

[R2] IF Penjualan **TURUN** AND Persediaan **BANYAK** THEN Produksi **BERKURANG**. Nilai keanggotaan untuk aturan *fuzzy* [R2] dinotasikan

dengan  $\alpha_2$  diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai mesin inferensi.

$$\begin{aligned}
 \alpha_1 &= \mu \text{ Penjualan roti tawar turun} \cap \mu \text{ Persediaan roti tawar banyak} \\
 &= \text{MIN} \{ \mu \text{Penjualan roti tawar turun}[4] ; \mu \text{Persediaan roti tawar banyak}[97] \} \\
 &= \text{MIN} \{ 1; 0,237037 \} \\
 &= 0,237037 \\
 z_2 &= 21,15555556
 \end{aligned}$$

#### 4.3.7 Perhitungan Defuzzyfikasi

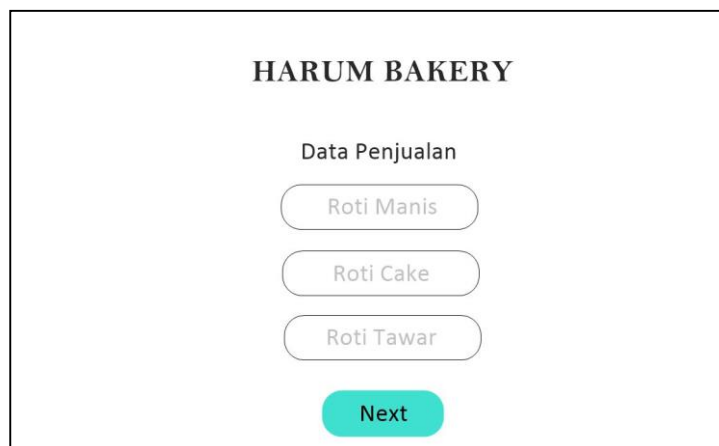
Pada proses defuzzyfikasi, maka hasil defuzzyfikasi yang dijadikan sebagai nilai akhir jumlah peramalan produksi roti, diperoleh dengan rumus persamaan pada Bab 2 mengenai Defuzzyfikasi.

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{manis}} &= \frac{(83,80586667 + 106,036592 + 70,7541333)}{(0,37333333 + 0,518731988 + 0,37333333)} \\
 &= 205,9403105 \\
 &= 206 \\
 Z_{\text{cake}} &= \frac{(13,9198751 + 6,1824 + 19,2736733 + 3,8976)}{(0,41935484 + 0,16 + 0,58064516 + 0,16)} \\
 &= 32,7829912 \\
 &= 33 \\
 Z_{\text{tawar}} &= \frac{(11,3257613 + 5,014650206)}{(0,762963 + 0,237037)} \\
 &= 16,3404115 \\
 &= 16
 \end{aligned}$$

Demikian, diperoleh hasil peramalan produksi roti dengan 20 data latih pada tanggal 22 November 2017 adalah roti manis berjumlah 206 buah, roti cake berjumlah 33 buah, dan roti tawar berjumlah 16 buah.

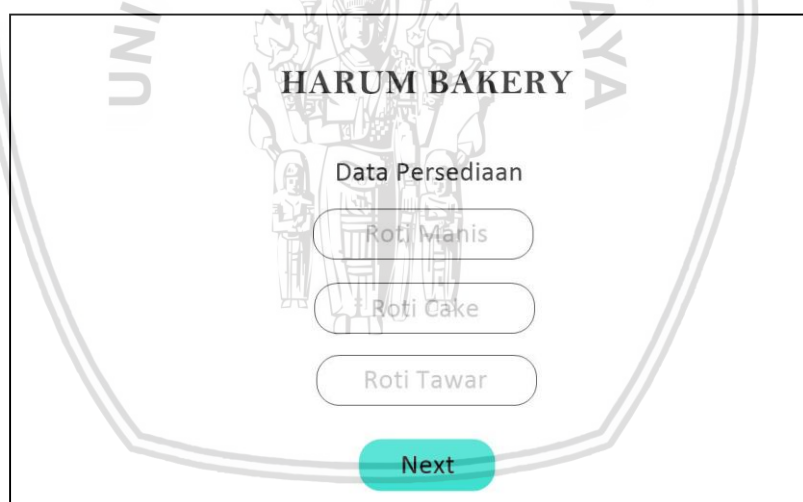
#### 4.4 Perancangan Interface

Antarmuka pengguna (*Interface*) dirancang agar pengguna mudah dalam menggunakan aplikasi. Aplikasi yang mempunyai antarmuka pengguna tersebut berjudul Implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) pada Metode *Tsukamoto* dalam Peramalan Produksi Roti (Studi Kasus: *Harum Bakery*).



**Gambar 4.14 Halaman Masukan Nilai Penjualan Roti untuk Setiap Jenis**

Pada Gambar 4.14 ditunjukkan sebuah halaman di mana pengguna dapat memasukkan jumlah penjualan roti manis, roti *cake*, dan roti tawar pada satu hari sebelumnya. Kemudian, menekan tombol Next untuk berpindah ke halaman selanjutnya.



**Gambar 4.15 Halaman Masukan Nilai Persediaan Roti untuk setiap Jenis**

Pada Gambar 4.15 ditunjukkan sebuah halaman di mana pengguna dapat memasukkan jumlah persediaan roti manis, roti *cake*, dan roti tawar pada hari yang sama dengan produksi roti. Kemudian, menekan tombol Next untuk berpindah ke halaman selanjutnya.



HARUM BAKERY			
Nama Roti	Penjualan	Persediaan	Produksi
Roti Manis			
Roti Cake			
Roti Tawar			

Jadi, jumlah prediksi untuk produksi roti manis yaitu sebanyak m, roti cake sebanyak n, dan roti tawar sebanyak o.

**Gambar 4.16 Halaman Hasil Produksi untuk Setiap Jenis Roti**

Pada Gambar 4.16 ditunjukkan sebuah halaman di mana akan diperlihatkan hasil dari masukan nilai penjualan dan persediaan untuk setiap jenis roti. Serta, hasil peramalan produksi roti yang dihasilkan juga ditampilkan.

#### 4.5 Perancangan Pengujian

Pengujian hasil peramalan oleh sistem menggunakan perancangan pengujian. Pengujian tersebut yaitu:

1. Pengujian Sistem dengan Menggunakan 20 Data Latih;
2. Pengujian Sistem dengan Menggunakan 40 Data Latih;
3. Pengujian Sistem dengan Menggunakan 60 Data Latih.

##### 4.5.1 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 20 Data Latih

Pada perancangan pengujian dengan menggunakan 20 data dilakukan untuk menguji nilai peramalan oleh sistem mengenai produksi roti manis, roti cake, dan roti tawar dengan menggunakan 20 data latih menggunakan metode *Fuzzy Inference System Tsukamoto*. Pengujian sistem dilakukan sebanyak 10 kali dengan percobaan hasil produksi roti oleh sistem yang kemudian dilakukan pencarian selisih data pakar dengan hasil sistem sebelum dilakukan evaluasi menggunakan metode RMSE. Perancangan pengujian untuk 20 data latih ditunjukkan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 20 Data Latih**

	Hasil sistem			Data Aktual			Selisih		
tanggal	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar

RMSE

---

## Sistem dengan Menggunakan 40 Data

ngan pengujian dengan menggunakan 40 data latihan dan pengujian oleh sistem mengenai produksi roti dengan menggunakan 40 data latihan mengenai produksi roti oleh sistem yang kemudian dibandingkan dengan hasil sistem sebelum dilakukan pengujian untuk 40 data latihan.

### 4.7 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 40 Data

Data Sistem		Data Aktual			
cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar	z manis

ngan pengujian dengan menggunakan

malan oleh sistem mengenai produksi roti menggunakan 40 data latih menggunakan *Tsukamoto*. Pengujian sistem dilakukan dengan memproduksi roti oleh sistem yang kemudian dibandingkan dengan hasil sistem sebelum dilakukan perancangan pengujian untuk 40 data latih

Perencanaan sistem	Data Aktual
--------------------	-------------

Data Sistem		Data Aktual		
cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar
Total selisih				
RMSE				

#### 4.5.3 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 60 Data Latih

Pada perancangan pengujian dengan menggunakan 60 data dilakukan untuk menguji nilai peramalan oleh sistem mengenai produksi roti manis, roti *cake*, dan roti tawar dengan menggunakan 60 data latih menggunakan metode *Fuzzy Inference System Tsukamoto*. Pengujian sistem dilakukan sebanyak 10 kali dengan percobaan hasil produksi roti oleh sistem yang kemudian dilakukan pencarian selisih data pakar dengan hasil sistem sebelum dilakukan evaluasi menggunakan metode RMSE. Perancangan pengujian untuk 60 data latih ditunjukkan pada Tabel 4.8

**Tabel 4.8 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 60 Data Latih**

	Hasil sistem			Data Aktual			Selisih		
tanggal	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar
Total selisih									
RMSE									

## BAB 5 IMPLEMENTASI

### 5.1 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi yang akan dijelaskan pada bab ini meliputi lingkungan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak.

#### 5.1.1 Lingkungan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak sistem pendukung keputusan peramalan jumlah produksi gula PG Kebonagung Malang adalah sebagai berikut :

- Prosesor Intel@ Core™ i5-2430M
- RAM 2 GB
- Harddisk 500 GB
- Monitor 14"
- Keyboard
- Mouse

#### 5.1.2 Lingkungan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak sistem pendukung keputusan peramalan jumlah produksi gula PG Kebonagung Malang adalah sebagai berikut :

- Sistem operasi Windows 8.1 Pro 32 bit
- Sublime text
- Google Chrome
- XAMPP Control v.3.2.2

### 5.2 Implementasi Perangkat Lunak

#### 5.2.1 Implementasi Program

Untuk source code mengenai proses yang dilakukan dalam metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto, dimulai dengan proses *fuzzyfikasi* yang ditunjukkan pada Kode Program 5.1.

**Kode Program 5.1 Kode program Proses *Fuzzyfikasi***

	Algoritme 1: Fungsi <i>Fuzzyfikasi</i>
1	<code>function j_turun(\$x,\$naik,\$turun) {</code>
2	<code>    if (\$x &lt;= \$turun) {</code>
3	<code>        \$hasil = '1';</code>

```
4      } else if($sturun <= $x && $x <= $naik){
5          $hasil = ($naik - $x)/($naik - $sturun);
6      } else if ($x >= $naik) {
7          $hasil = '0';
8      }      return $hasil;
9  }
10
11 function j_naik($x,$naik,$sturun){
12     if ($x <= $sturun) {
13         $hasil = '0';
14     } else if($sturun <= $x && $x <= $naik){
15         $hasil = ($x - $sturun)/($naik - $sturun);
16     } else if ($x >= $naik) {
17         $hasil = '1';
18     }      return $hasil;
19 }
20
21 function s_sedikit($x,$sedikit,$banyak){
22     if ($x <= $sedikit) {
23         $hasil = '1';
24     } else if($sedikit <= $x && $x<=$banyak){
25         $hasil = ($banyak-$x)/($banyak-$sedikit);
26     } else if ($x >= $banyak) {
27         $hasil = '0';
28     }      return $hasil;
29 }
30
31 function s_banyak($x,$sedikit,$banyak){
32     if ($x <= $sedikit) {
33         $hasil = '0';
34     } else if($sedikit <= $x && $x <= $banyak){
35         $hasil = ($x-$sedikit)/($banyak-$sedikit);
36     } else if ($x >= $banyak) {
37         $hasil = '1';
38     }      return $hasil;
39 }
```

Pada Kode Program 5.1 dijelaskan mengenai proses *fuzzyfikasi*. Yaitu dengan mencari nilai *fuzzyfikasi* berdasarkan beberapa ketentuan pada fungsi *j\_turun* untuk fungsi derajat keanggotaan penjualan dengan himpunan *fuzzy* turun, pada fungsi *j\_naik* untuk fungsi derajat keanggotaan penjualan dengan himpunan *fuzzy* naik, pada fungsi *s\_sedikit* untuk fungsi derajat keanggotaan penjualan dengan himpunan *fuzzy* sedikit, dan pada fungsi *s\_banyak* untuk fungsi derajat keanggotaan penjualan dengan himpunan *fuzzy* banyak. Pada Kode Program 5.1, ditunjukkan bahwa pada fungsi *j\_turun*, *j\_naik*, *s\_sedikit*, dan *s\_banyak* terdapat beberapa ketentuan.

Pada fungsi *j\_turun*, bila nilai data penjualan roti yang diinputkan bernilai kurang dari nilai batas rendah, maka variabel hasil bernilai 1; bila nilai data input berada di antara batas rendah dan batas tinggi, maka variabel hasil akan melalui sebuah perhitungan dengan pengurangan batas tinggi dan data input, kemudian dibagi dengan pengurangan batas naik dan batas turun; bila data input bernilai kurang dari batas tinggi maka variabel hasil akan bernilai 0. Begitu pula sebaliknya pada fungsi *j\_naik* untuk hasil variabel hasil bernilai 1 dan 0.

Pada fungsi *s\_sedikit*, bila nilai data persediaan roti yang diinputkan bernilai kurang dari nilai batas rendah, maka variabel hasil bernilai 1; bila nilai data input berada di antara batas rendah dan batas tinggi, maka variabel hasil akan melalui sebuah perhitungan dengan pengurangan batas tinggi dan data input, kemudian dibagi dengan pengurangan batas banyak dan batas sedikit; bila data input bernilai kurang dari batas tinggi maka variabel hasil akan bernilai 0. Begitu pula sebaliknya pada fungsi *s\_banyak* untuk hasil variabel hasil bernilai 1 dan 0.

Untuk source code mengenai proses inferensi, ditunjukkan pada Kode Program 5.2.

**Kode Program 5.2 Source Code Proses Inferensi**

Algoritme 2: Fungsi Inferensi	
1	<code>\$i1 = 0;</code>
2	<code>\$j1[0] = ''; \$s1[0] = ''; \$k1 = 0; \$rule1[0] = '';</code>
3	<code>echo "&lt;br&gt;;"</code>
4	<code>\$counter1 = 0;</code>
5	<code>foreach (\$jual1 as \$jual1) {</code>
6	<code>    if(\$i1 != 0){</code>
7	<code>        \$tmp1 = \$jual1.\$sedia1[\$i1];</code>
8	<code>        if(!(in_array(\$tmp1, \$rule1))){</code>
9	<code>            \$j1[\$k1] = \$jual1;</code>
10	<code>            \$s1[\$k1] = \$sedia1[\$i1];</code>
11	<code>            \$rule1[\$i1] = \$tmp1;</code>
12	<code>            echo "j :".\$j1[\$k1]." s :".\$s1[\$k1]."&lt;br&gt;";</code>
13	<code>            if (\$j1[\$k1] == "turun" &amp;&amp; \$s1[\$k1] == "sedikit"){</code>



```

14      $produksi1[$k1] = "Penjualan turun - Persediaan
15      sedikit = Produksi berkurang";
16      $ap1[$k1] = min($a1,$c1);
17      $z1[$k1] = $tambahPManis - ($ap1[$k1] *
18      ($tambahPManis - $kurangPManis));
19      } elseif ($j1[$k1] == "turun" && $s1[$k1] ==
20      "banyak"){
21      $produksi1[$k1] = "Penjualan turun - Persediaan
22      banyak = Produksi berkurang";
23      $ap1[$k1] = min($a1,$d1);
24      $z1[$k1] = $tambahPManis - ($ap1[$k1] *
25      ($tambahPManis - $kurangPManis));
26      } elseif ($j1[$k1] == "naik" && $s1[$k1] ==
27      "sedikit"){
28      $produksi1[$k1] = "Penjualan naik - Persediaan
29      sedikit = Produksi bertambah";
30      $ap1[$k1] = min($b1,$c1);
31      $z1[$k1] = ($ap1[$k1] * ($tambahPManis -
32      $kurangPManis)) + $kurangPManis;
33      } elseif ($j1[$k1] == "naik" && $s1[$k1] ==
34      "banyak"){
35      $produksi1[$k1] = "Penjualan naik - Persediaan
36      banyak = Produksi bertambah";
37      $ap1[$k1] = min($b1,$d1);
38      $z1[$k1] = ($ap1[$k1] * ($tambahPManis -
39      $kurangPManis)) + $kurangPManis;
40      }
41      $k1++;
42      $counter1 +=1;
43      }}
44      $i1++;}
45      echo "Jumlah rule: ".$counter1;

```

Pada Kode Program 5.2 dijelaskan mengenai proses Inferensi. Setelah nilai alpha predikat didapatkan dari fungsi *fuzzyfikasi*, maka dilakukan langkah selanjutnya yaitu mencari nilai *rule* dengan mencari baris yang belum terisi pada variabel *jual1* dan *sedia1*. Kemudian, setelah ditemukan baris yang rulenya belum terisi, maka variabel *jual1* dimasukkan ke dalam variabel array *j1* dan variabel *sedia1* dimasukkan ke dalam array *s1* untuk diisi *rule* baru.

Setelah itu, dilakukan pencarian jenis *rule* berdasarkan *rule* yang telah tersimpan pada variabel array *j1* dan *s2*, untuk dapat menemukan nilai MIN dari *alpha* predikat melalui *rule* yang ditemukan. *Alpha* predikat yang dipresentasikan yaitu dengan variabel array *ap*. Variabel array *ap* merepresentasikan setiap *rule* penjualan roti dengan persediaan roti untuk setiap indeks yang nilainya sesuai dengan syarat yang ada pada IF-ELSE. Setelah nilai variabel *ap* diperoleh, kemudian dihitung nilai *z* dengan menggunakan variabel array *z* yang mempunyai dua jenis persamaan yaitu untuk *rule* penjualan turun – persediaan sedikit dengan penjualan turun dengan persediaan banyak, dan untuk *rule* penjualan naik dengan persediaan sedikit dan penjualan naik dengan persediaan banyak. Jumlah *rule* yang diperoleh, disimpan dalam variabel *counter*.

Untuk kode program mengenai proses *defuzzyfikasi*, ditunjukkan pada Kode Program 5.3.

**Kode Program 5.3 Source Code Proses Defuzzyfikasi**

	Algoritme 3: Fungsi Defuzzyfikasi
1	\$tot_ap1 = 0; \$tot_az1 = 0;
2	for (\$i=0; \$i < \$counter1 ; \$i++) {
3	\$az1[\$i] = \$ap1[\$i] * \$z1[\$i];
4	\$tot_ap1 += \$ap1[\$i];
5	\$tot_az1 += \$az1[\$i];
6	}
7	\$defuzz1 = \$tot_az1 / \$tot_ap1;

Pada Kode Program 5.3 dijelaskan mengenai proses *defuzzyfikasi*. Langkah pertama proses *defuzzyfikasi*, nilai variabel *az* dicari terlebih dahulu dengan variabel array *az1* yang menyimpan hasil perkalian *alpha* predikat oleh *ap1* dan nilai *z* oleh *z1*. Kemudian, mencari jumlah nilai *alpha* predikat oleh variabel *tot\_ap* dan selanjutnya mencari nilai jumlah *az* dengan variabel *tot\_az*. Setelah jumlah nilai *alpha* predikat dan jumlah nilai *az* diperoleh, maka selanjutnya dilakukan pembagian nilai *tot\_ap* dan *tot\_az* oleh variabel *defuzz1* yang akan menghasilkan nilai hasil peramalan roti.

**Kode Program 5.4 Source Code Tampilan FIS Tsukamoto**

	Tampilan Hasil Peramalan FIS Tsukamoto
1	<h1><b> Roti Manis </b></h1>
2	 <td align="center"><b> Rule </b></td>
3	<td align="center"><b>        Nilai $\alpha$ Roti Manis </b></td>
4	<td align="center"><b>        Nilai z Roti Manis </b></td>
5	

6	</tr>
7	<?php for (\$l1=0; \$l1 < \$counter1; \$l1++) {?><tr>
8	<td align="center"> Rule <?php echo (\$l1 + 1)." : "
9	?><?php echo \$produksi1[\$l1];?> </td>
10	<td align="center"> <?php echo \$ap1[\$l1];?> </td>
11	<td align="center"> <?php echo \$z1[\$l1]; }?> </td></tr>
12	<tr><td colspan="2">  Rekomendasi jumlah produksi roti
13	manis sebanyak :
14	<?php echo round("\$defuzz1") ?></td>
15	</tr><tr>
16	<td colspan="2">  Data pakar produksi roti manis
17	sebanyak : <?php echo \$manisP ?></td></tr>
	</tfoot></table>

Source code pada Kode Program 5.4 dijelaskan tentang tampilan hasil peramalan menggunakan *Fuzzy Inference System* Tsukamoto. Untuk setiap jenis roti yaitu roti manis, roti cake dan roti tawar, ditunjukkan hasil *fuzzyfikasi*, alpha predikat, nilai z. Setelah itu, hasil ramalan jumlah produksi roti untuk setiap jenis roti ditampilkan dalam hasil *defuzzyfikasi* yang direpresentasikan dalam variabel *defuzz1* untuk menyimpan nilai hasil peramalan produksi roti.

### 5.2.2 Implementasi Antarmuka (*Interface*)

Pada Gambar 5.1 ditampilkan halaman depan sistem dan juga side bar untuk menunjukkan menu Home, Peramalan, dan Hasil Pengujian. Pada halaman home hanya ditampilkan gambar cover serta judul penelitian dan deskripsi penelitian.



Gambar 5.1 Tampilan Halaman Home

Pada Gambar 5.2 ditampilkan halaman dropdown untuk memilih jumlah data latih yang akan digunakan untuk melakukan pengujian peramalan yang berada dengan halaman yang sama pada halaman Home. Pada dropdown pilih pengujian, terdapat pengujian 20 data untuk menggunakan 20 data latih, 40 data untuk menggunakan 40 data latih dan 60 data untuk menggunakan 60 data latih.

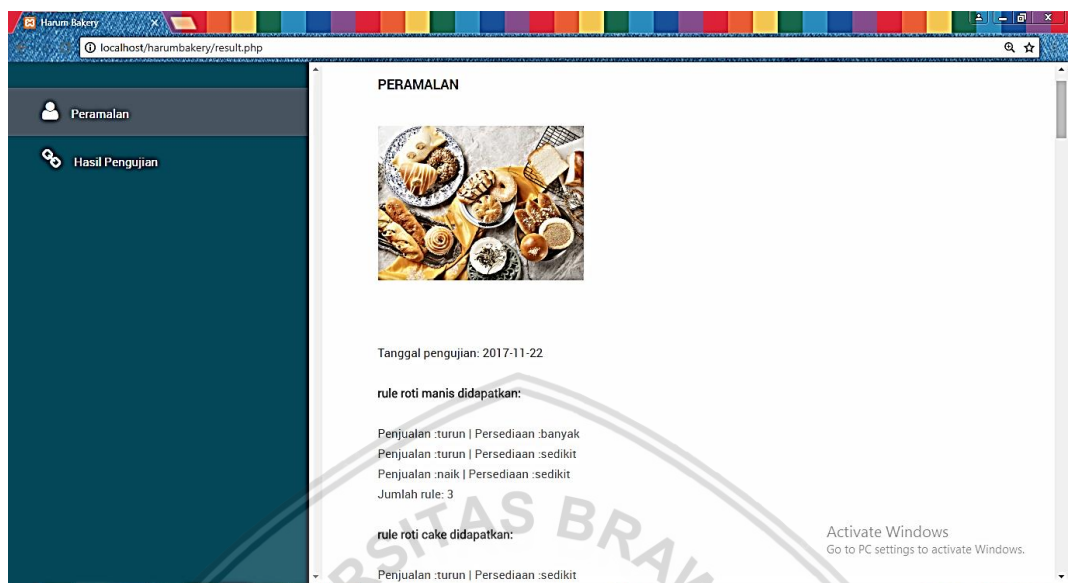
**Gambar 5.2 Tampilan Halaman Input Data Penjualan dan Persediaan**

Pada Gambar 5.3 ditampilkan halaman input data untuk tanggal data yang akan digunakan untuk meramalkan produksi roti pada keesokan harinya. Jika pada pemilihan jumlah data latih dipilih 20 data latih, maka akan ditampilkan 10 sisa data sebagai data uji pada bulan November 2017. Jika dipilih 40 data latih, maka akan ditampilkan 21 sisa data sebagai data uji pada bulan Desember 2017. Jika dipilih 60 data latih, maka akan ditampilkan 32 sisa data sebagai data uji pada tanggal 31 Desember 2017 sampai 31 Januari 2018.

**Gambar 5.3 Tampilan Halaman Input Data Penjualan dan Persediaan**

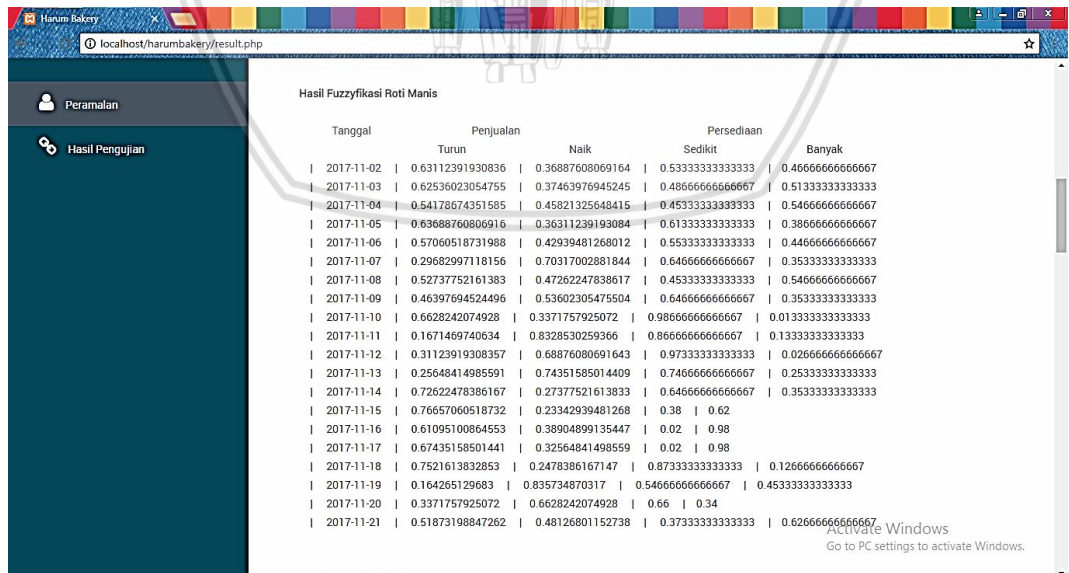


Pada Gambar 5.4 ditampilkan halaman output dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto yang berisi tanggal produksi yang diramalkan, jumlah *rule* dan jenis *rule* yang didapatkan.



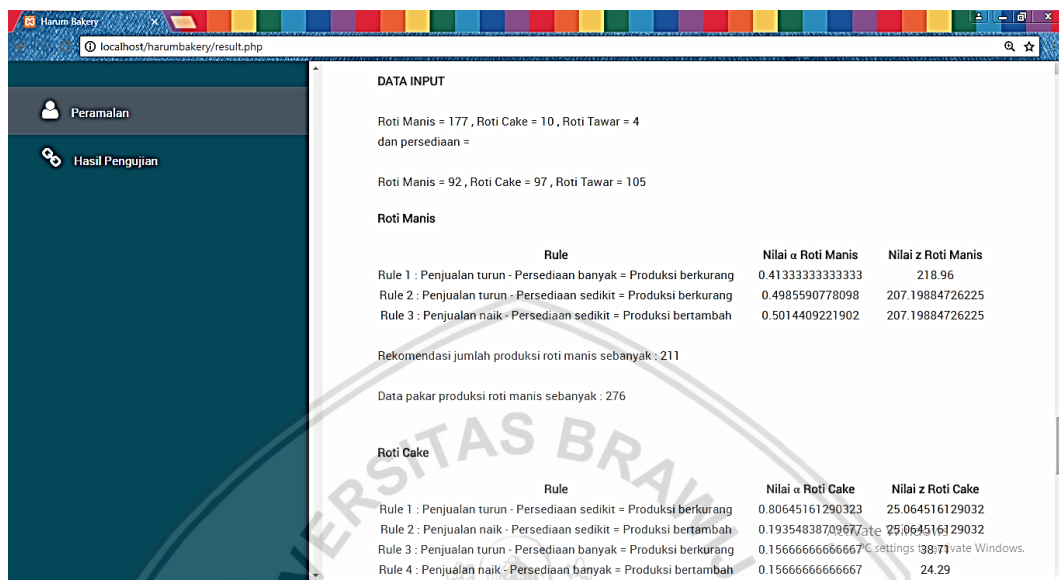
Gambar 5.4 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (1)

Pada Gambar 5.5 ditampilkan halaman output dari hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto yang berisi hasil *fuzzyfikasi* dari satu jenis roti menggunakan 20 data latih. Sehingga, *fuzzyfikasi* yang ditampilkan yaitu hanya sebanyak 20 hari sebelum hari pada data uji yang digunakan.



Gambar 5.5 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (2)

Pada Gambar 5.6 ditampilkan halaman output peramalan produksi menggunakan *Fuzzy Inference System* Tsukamoto, yang terdiri atas nilai alpha predikat dan z untuk setiap rule yang telah ditentukan, nilai proses defuzzifikasi sebagai hasil produksi setiap roti, dan nilai produksi data aktual pada satu hari setelah hari pada data uji yang digunakan untuk diinputkan sebagai hasil evaluasi.



Gambar 5.6 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (3)

Pada Gambar 5.7 ditampilkan data produksi aktual dan hasil peramalan roti menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto dalam text box untuk dimasukkan ke dalam database dan ditampilkan di halaman awal sebagai data evaluasi.

Data pakar produksi roti tawar sebanyak : 12

**HASIL PENGUJIAN**

**Data Produksi Aktual**

Roti Manis	Roti Cake	Roti Tawar
276	21	12

**Data Produksi Peramalan**

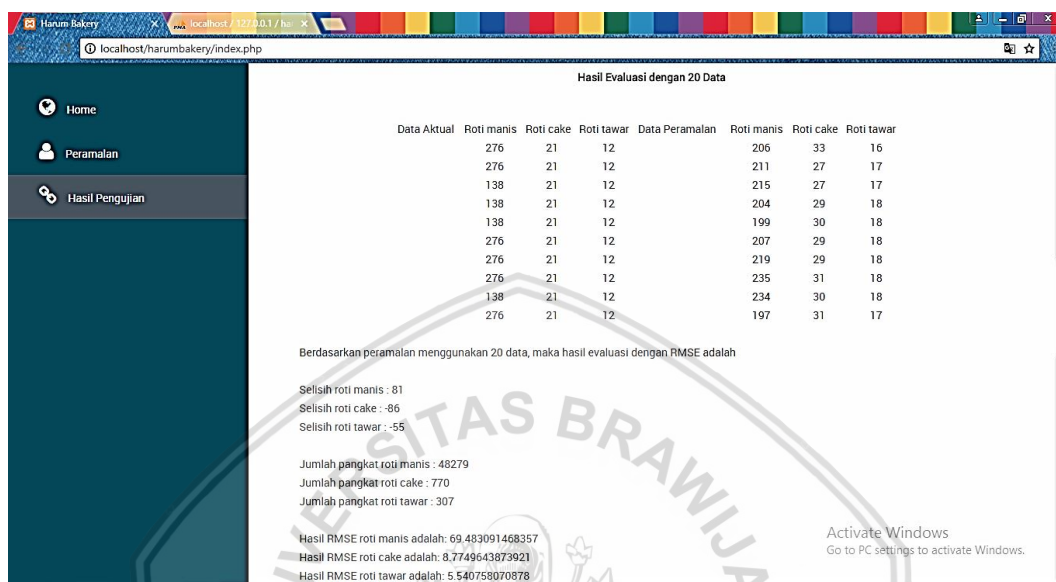
Roti Manis	Roti Cake	Roti Tawar
206	33	16

**SUBMIT**

Activate Windows  
Go to PC settings to activate Windows.

Gambar 5.7 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (4)

Pada Gambar 5.8 ditampilkan data produksi aktual dan hasil peramalan roti menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto dalam bentuk tabel. Kemudian ditampilkan pula hasil selisih data aktual dengan data peramalan, jumlah pemangkatan dari hasil selisih, dan hasil evaluasi menggunakan metode RMSE untuk jenis roti manis, roti *cake* dan roti tawar.



Data Aktual	Roti manis	Roti cake	Roti tawar	Data Peramalan	Roti manis	Roti cake	Roti tawar
276	21	12		206	33	16	
276	21	12		211	27	17	
138	21	12		215	27	17	
138	21	12		204	29	18	
138	21	12		199	30	18	
276	21	12		207	29	18	
276	21	12		219	29	18	
276	21	12		235	31	18	
138	21	12		234	30	18	
276	21	12		197	31	17	

Berdasarkan peramalan menggunakan 20 data, maka hasil evaluasi dengan RMSE adalah

Selisih roti manis : 81  
 Selisih roti cake : -86  
 Selisih roti tawar : -55

Jumlah pangkat roti manis : 48279  
 Jumlah pangkat roti cake : 770  
 Jumlah pangkat roti tawar : 307

Hasil RMSE roti manis adalah: 69.483091468357  
 Hasil RMSE roti cake adalah: 8.7749643873921  
 Hasil RMSE roti tawar adalah: 5.540758070878

Gambar 5.8 Tampilan Halaman Output Data FIS Tsukamoto (5)



## BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian sistem menggunakan *Fuzzy Inference System* Tsukamoto untuk peramalan produksi roti di *Harum Bakery* beserta evaluasi akan hasil pengujian.

### 6.1 Hasil Uji Coba dan Analisis Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan agar dapat mengetahui jumlah selisih hasil yang diberikan oleh pakar dengan hasil dari pengujian sistem selama 10 hari produksi dengan menggunakan 20 data latih. Kemudian, dilakukan pengujian kesalahan dari selisih hasil pengujian sistem dan data pakar menggunakan metode RMSE.

Pada Tabel 6.1 ditampilkan hasil selisih produksi dari data pakar, juga hasil dari sistem menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto tanpa menggunakan aturan produksi dari *Harum Bakery*. Pada pengujian sistem dalam satu bulan pada Tabel 6.1 mengambil contoh pengujian sistem dengan menggunakan 20 data latih. Diketahui bahwa nilai RMSE yang didapatkan untuk roti manis yaitu 69,4017291, untuk roti cake 8,77496439 dan roti tawar yaitu 5,54075807.

**Tabel 6.1 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 20 Data Latih**

	Hasil sistem			Data Pakar			Selisih		
tanggal	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar
22/11/17	206	33	16	276	21	12	70	-12	-4
23/11/17	211	27	17	276	21	12	65	-6	-5
24/11/17	215	27	17	138	21	12	-77	-6	-5
25/11/17	204	29	18	138	21	12	-66	-8	-6
26/11/17	199	30	18	138	21	12	-61	-9	-6
27/11/17	207	29	18	276	21	12	69	-8	-6
28/11/17	220	29	18	276	21	12	56	-8	-6
29/11/17	235	31	18	276	21	12	41	-10	-6
30/11/17	234	30	18	138	21	12	-96	-9	-6
1/12/17	197	31	17	276	21	12	79	-10	-5
Total selisih							48166	770	307
RMSE							69,4017291	8,77496439	5,54075807

Pada Tabel 6.2 ditampilkan hasil selisih produksi dari data pakar, juga hasil dari sistem menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto tanpa menggunakan aturan produksi dari Harum Bakery. Pada pengujian sistem dalam satu bulan pada Tabel 6.2 mengambil contoh pengujian sistem dengan menggunakan 40 data latih. Diketahui bahwa nilai RMSE yang didapatkan untuk roti manis yaitu 69,84984 roti cake 9,954898 dan roti tawar yaitu 4,20713679.

**Tabel 6.2 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 40 Data Latih**

tanggal	Hasil sistem			Data Pakar			Selisih		
	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar
12/12/2017	203	32	19	138	21	12	-65	-11	-7
13/12/2017	187	27	17	276	21	12	89	-6	-5
14/12/2017	216	28	17	138	21	12	-78	-7	-5
15/12/2017	199	29	17	276	21	12	77	-8	-5
16/12/2017	238	30	17	276	42	12	38	12	-5
17/12/2017	237	33	16	138	21	12	-99	-12	-4
18/12/2017	188	30	15	138	42	12	-50	12	-3
19/12/2017	205	33	13	138	21	12	-67	-12	-1
20/12/2017	197	30	13	138	21	12	-59	-9	-1
21/12/2017	192	29	13	138	21	12	-54	-8	-1
Total selisih							48790	991	177
RMSE							69,84984	9,954898	4,20713679

Pada Tabel 6.3 ditampilkan hasil selisih produksi dari data pakar, juga hasil dari sistem menggunakan metode *Fuzzy Inference System* Tsukamoto tanpa menggunakan aturan produksi dari Harum Bakery. Pada pengujian sistem dalam satu bulan pada Tabel 6.3 mengambil contoh pengujian sistem dengan menggunakan 60 data latih. Diketahui bahwa nilai RMSE yang didapatkan untuk roti manis yaitu 71,8046 roti cake 10,44988 dan roti tawar yaitu 3,47850543.

**Tabel 6.3 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 60 Data Latih**

tanggal	Hasil sistem			Data Pakar			Selisih		
	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar	z manis	z cake	z tawar
11/01/2018	194	36	15	138	21	12	-56	-15	-3
12/01/2018	243	29	17	276	21	12	33	-8	-5

13/01/2018	232	30	16	138	21	12	-94	-9	-4
14/01/2018	229	30	15	276	42	12	47	12	-3
15/01/2018	192	32	12	138	42	12	-54	10	0
16/01/2018	205	36	14	276	42	12	71	6	-2
17/01/2018	211	35	17	138	21	12	-73	-14	-5
18/01/2018	181	26	14	276	21	12	95	-5	-2
19/01/2018	211	26	14	138	21	12	-73	-5	-2
20/01/2018	183	28	17	276	42	12	93	14	-5
Total selisih							51559	1092	121
RMSE							71,8046	10,44988	3,47850543

Berdasarkan Tabel 6.1, Tabel 6.2 dan Tabel 6.3, nilai RMSE yang didapatkan dengan cara sebagai berikut:

1. Selisih roti manis  

$$= \text{produksi sebenarnya} - \text{produksi peramalan}$$

$$= 276 - 235$$

$$= 41$$
2. Pemangkatan selisih roti manis  

$$= \text{hasil selisih} * \text{hasil selisih}$$

$$= 1681$$
3. RMSE roti manis  

$$= \sqrt{\text{Total pemangkatan selisih} / (\text{jumlah data})}$$

$$= 48166 / 10$$

$$= 69,4017291$$

## 6.2 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka diketahui bahwa nilai RMSE pada peramalan sistem dengan menggunakan 20 data latih; untuk roti manis, nilai RMSE yang diperoleh adalah 69,4017291, untuk roti *cake*, nilai RMSE yang diperoleh adalah 8,77496439, untuk roti tawar, nilai RMSE yang diperoleh adalah 5,54075807.

Nilai RMSE yang diperoleh pada peramalan sistem dengan menggunakan 40 data latih; untuk roti manis, nilai RMSE yang diperoleh adalah 69,84984, untuk roti *cake*, nilai RMSE yang diperoleh adalah 9,954898, untuk roti tawar, nilai RMSE yang diperoleh adalah 4,20713679.

Kemudian, nilai RMSE pada peramalan sistem dengan menggunakan 60 data latih; untuk roti manis, nilai RMSE yang diperoleh adalah 71,8046, untuk roti *cake*, nilai RMSE yang diperoleh adalah 10,44988, untuk roti tawar, nilai RMSE yang diperoleh adalah 3,47850543.

Maka, dapat diketahui dari Tabel 6.1, Tabel 6.2 dan Tabel 6.3 bahwa akurasi peramalan produksi untuk roti manis dikatakan buruk karena batasan yang telah ditentukan oleh pakar kurang sesuai untuk digunakan pada peramalan produksi roti manis. Kemudian, peramalan produksi pada roti *cake* dan roti tawar dapat dikatakan cukup baik.

Selain itu, diketahui bahwa peramalan menggunakan 20 data latih hasilnya paling baik untuk meramalkan produksi roti manis dan roti *cake*. Sementara, peramalan menggunakan 60 data latih paling baik untuk meramalkan produksi roti tawar. Namun, hal tersebut bukan dikarenakan jumlah data latih yang digunakan. Melainkan, dikarenakan oleh *Fuzzy Inference System* Tsukamoto yang mempelajari setiap varian data latih yang digunakan setiap kali dilakukan perulangan sejumlah data latih yang digunakan.



## BAB 7 PENUTUP

### 7.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto dapat digunakan untuk meramalkan jumlah produksi roti pada Harum Bakery, yaitu dengan memetakan setiap faktor produksi yaitu penjualan dan persediaan menggunakan fungsi derajat keanggotaan dan melakukan evaluasi dengan beberapa *rule* yang telah ditentukan oleh pakar. Hasil yang diperoleh kemudian diubah menjadi suatu bilangan pada himpunan *fuzzy* tersebut. Kemudian, metode *defuzzyfikasi* ini dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata terbobot yang akan menghasilkan peramalan jumlah produksi roti.
2. Berdasarkan hasil pengujian evaluasi menggunakan metode RMSE yaitu peramalan dengan menggunakan 20 data latih hasilnya lebih baik untuk roti manis dan roti *cake*. Tetapi, peramalan menggunakan 60 data latih hasilnya lebih baik untuk roti tawar. Meskipun demikian, nilai RMSE yang dihasilkan tidak dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui berapa jumlah data latih yang dapat menghasilkan hasil RMSE yang terbaik karena diketahui dari pengujian dengan data yang lain, hasilnya dapat berubah-ubah. Hal tersebut dikarenakan oleh *Fuzzy Inference System* Tsukamoto yang mempelajari varian data latih yang digunakan setiap kali dilakukan pengulangan sejumlah data latih yang digunakan.

### 7.2 Saran

Kemudian, juga terdapat beberapa saran untuk digunakan pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Nilai batasan yang digunakan harus lebih sesuai dengan data setiap jenis roti yang digunakan agar dapat menghasilkan peramalan yang lebih baik.
2. Perlu menambah metode lain untuk mengoptimalkan hasil peramalan produksi roti oleh metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto karena hasil peramalan yang hanya menggunakan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto hasilnya cukup rendah, sehingga membutuhkan metode lain untuk mengoptimalkan nilai peramalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, N. & Aksad, H., 2013. Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dalam Perencanaan Produksi Roti. *Progresif*, Volume 9, pp. 861-918.
- Bon, A. T. & Utami, S. F., 2015. An Analytical Hierarchy Process And Fuzzy Inference System Tsukamoto. *International Journal of Business and Economic Development*, Volume 3.
- Bromastuty, I. S. N., 2018. Optimasi Fungsi Keanggotaan Fuzzy Inference System Tsukamoto dengan Particle Swarm Optimization pada Penentuan Jumlah Produksi Gula (Studi Kasus : Pabrik Gula Kebonagung Malang). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Volume 2, pp. 2902-2908.
- Heizer, J. H. & Render, B., 2001. *Principles of operations management*. United States: Prentice Hall.
- Kaya, M. & Alhajj, R., 2006. Utilizing Genetic Algorithm to Optimize Membership Function for Fuzzy Weighted Association Rules Mining. *Firat University Turkey And Calgary University Canada, Springer Science an Business Media inc. Netherlands*.
- M., S. & M., 2013. Metode Logika Fuzzy Tsukamoto dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa. *Media Infotama*, Volume 9.
- Nofriansyah, D., 2015. *Konsep Data Mining Vs Sistem Pendukung Keputusan*. 1st penyunt. Yogyakarta: Deepublish.
- Turban, E. & Aronson, J. E., 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 7th penyunt. s.l.:Pearson/Prentice Hall.
- Wahyuni, I., Mahmudy, W. F. & Iriany, A., 2016. Rainfall Prediction in Tengger Region Indonesia using Tsukamoto Fuzzy Inference System. *International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*.



## LAMPIRAN A DATA LATIH

### A.1 Bulan November 2017

Nov-17	Penjualan			Persediaan			Produksi		
Tanggal	Manis	Cake	Tawar	Manis	Cake	Tawar	Manis	Cake	Tawar
1	137	12	6	99	127	100	138	21	12
2	131	16	5	100	136	106	138	21	12
3	133	7	7	107	141	113	138	21	12
4	162	28	13	112	155	118	138	42	12
5	129	29	9	88	148	117	138	42	12
6	152	31	13	97	140	120	138	42	12
7	247	17	6	83	130	119	276	21	12
8	167	32	3	112	155	137	138	42	12
9	189	28	12	83	144	146	276	42	12
10	120	11	3	32	137	146	138	21	12
11	292	7	13	50	147	155	276	21	12
12	242	9	11	34	182	166	276	21	12
13	261	14	3	68	215	179	276	21	12
14	98	20	3	83	243	200	138	42	12
15	84	16	12	123	244	209	138	21	12
16	138	21	8	177	249	209	138	42	12
17	116	14	9	177	249	213	138	21	12
18	89	4	8	49	56	66	138	21	12
19	293	27	16	98	73	70	276	42	12
20	233	32	5	81	88	78	276	42	12
21	170	22	4	124	98	97	138	42	24
22	177	10	4	92	97	105	276	21	12
23	180	8	7	53	108	113	276	21	12
24	170	14	9	11	121	118	138	21	12
25	98	17	10	117	149	133	138	21	12
26	175	8	12	157	153	135	138	21	12



27	255	10	12	120	166	135	276	21	12
28	246	18	16	3	177	135	276	21	12
29	248	14	11	33	201	143	276	21	12
30	140	18	4	61	229	156	138	21	12

## A.2 Bulan Desember 2017

Des-17	Penjualan			Persediaan			Produksi		
TANGGAL	MANIS	CAKE	TAWAR	manis	cake	tawar	manis	cake	tawar
1	257	5	15	59	59	164	276	21	12
2	101	4	25	78	96	173	138	21	24
3	136	10	13	115	113	160	138	21	12
4	136	17	9	117	124	159	138	21	12
5	121	11	14	39	48	152	138	21	12
6	165	19	12	56	58	150	138	21	12
7	139	12	11	29	60	150	138	21	12
8	154	16	15	28	69	151	138	21	12
9	113	16	15	150	95	160	138	21	12
10	224	4	13	175	100	157	276	21	12
11	157	20	17	89	117	156	138	42	12
12	100	10	10	70	118	151	138	21	12
13	320	8	11	108	129	153	276	21	12
14	148	11	14	64	163	166	138	21	12
15	281	6	14	54	173	164	276	21	12
16	271	32	10	49	209	174	276	42	12
17	115	8	8	54	219	188	138	21	12
18	169	24	4	77	232	192	138	42	12
19	147	16	7	46	229	200	138	21	12
20	136	11	7	37	234	205	138	21	12
21	166	19	16	39	244	210	138	21	12
22	246	14	4	149	267	218	276	21	12
23	220	9	9	179	295	238	276	21	12
24	198	9	13	97	307	241	138	21	12

25	152	21	9	37	319	240	138	42	12
26	238	8	4	161	340	255	276	21	12
27	116	14	9	61	353	263	138	21	12
28	113	10	14	83	360	266	138	21	12
29	157	28	11	58	71	164	138	42	12
30	125	11	4	39	64	165	138	21	12
31	156	18	7	52	74	173	138	21	12

### A.3 Bulan Januari 2018

Des-17	Penjualan			Persediaan			Produksi		
TANGGAL	MANIS	CAKE	TAWAR	manis	cake	tawar	manis	cake	tawar
1	130	21	11	34	77	178	138	42	12
2	138	10	8	42	77	179	138	21	12
3	147	23	8	42	88	183	138	42	12
4	160	18	8	33	86	187	138	21	12
5	192	31	14	49	60	153	276	42	12
6	185	31	5	133	71	163	276	42	12
7	125	12	9	86	61	170	138	21	12
8	356	31	6	99	70	173	414	42	12
9	168	29	13	157	60	179	138	42	12
10	113	26	4	127	52	178	138	42	12
11	292	7	13	50	147	155	276	21	12
12	242	9	11	34	182	166	276	21	12
13	261	14	3	68	215	179	276	42	12
14	98	20	3	83	243	200	138	42	12
15	167	27	9	122	77	215	138	42	12
16	193	26	14	93	71	218	276	42	12
17	103	10	8	38	66	216	138	21	12
18	194	10	9	73	77	220	276	42	12
19	97	14	2	55	59	155	138	21	12
20	185	32	16	96	66	165	276	42	12
21	192	26	13	49	55	161	276	42	12

22	235	17	13	133	71	172	276	21	12
23	162	24	11	174	96	183	138	42	12
24	240	19	7	150	93	184	276	21	12
25	98	11	6	48	95	189	138	21	12
26	136	14	12	88	105	195	138	21	12
27	294	11	7	90	112	195	276	21	12
28	99	19	9	72	143	212	138	21	12
29	110	14	11	111	145	215	138	21	12
30	211	17	14	139	152	216	276	21	12
31	210	16	5	66	156	214	276	42	24

